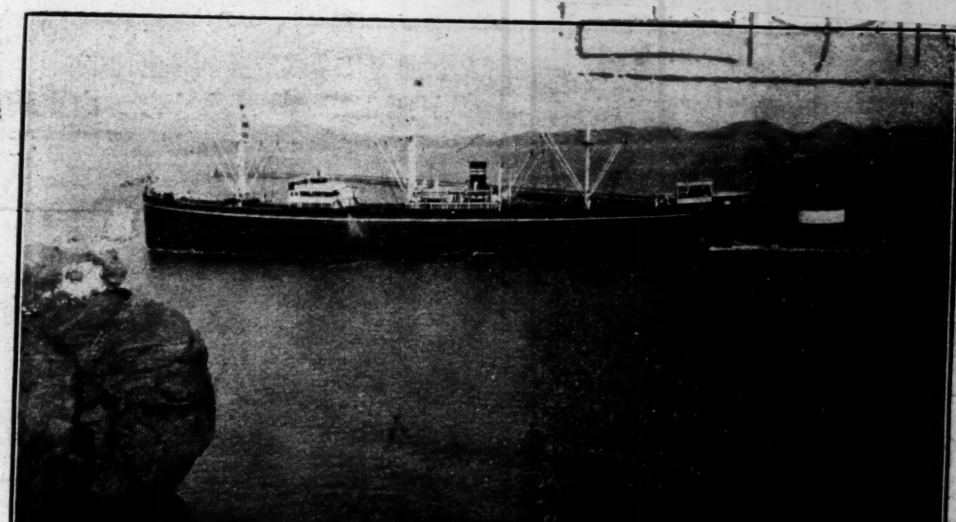
內政部登記證書警字第一二二三號
中華郵政特准掛號認為新聞紙類

水利

第七卷 第一期


烟台海壩東口外洋船進口情形

中國水利工程學會發行

中華民國二十三年七月

中國水利工程學會

總幹事通訊處：杭州浙江水利局
出版委員會通訊處：國府路梅園新村五號

董事會

李儀祉	西安陝西水利局	李書田	天津華北水利委員會
汪胡楨	南京國府路梅園新村三十號	陳懋解	南京建設委員會
沈百先	鎮江江蘇建設廳	宋希尚	南京揚子江水道整理委員會
張自立	杭州浙江水利局	須　愷	南京導淮委員會
孫世輔	蘇州太湖流域水利委員會	周象賢	杭州市政府
彭濟羣	天津華北水利委員會	陳湛恩	南京內政部
張含英	開封黃河水利委員會	許心武	開封黃河水利委員會
徐世大	天津華北水利委員會		

執行部

會長　李儀祉　　副會長　李書田　　總幹事　張立自

特種委員會

出版委員會	汪胡楨(委員長)	顧世楫	李儀祉	張含英	周鎮倫
職員介紹委員會	須　愷(委員長)	孫世輔	宋希尚	李書田	陳懋解
會員委員會	陳湛恩(委員長)	洪　紳	陳澤榮	徐世大	蕭開瀛
會所委員會	余籍傳(委員長)	汪幹夫	盧恩緒	林平一	沈百先
基金保管委員會	李儀祉(委員長)	張立自	孫世輔		

機關會員

建設委員會　江蘇建設廳　導淮委員會　華北水利委員會　永定河河務局　中央大學　內政部　太湖流域水利委員會　交通部　唐山工程學院　河北建設廳　浙江建設廳　整理海河委員會　修浚閩江工程局　揚子江水道整理委員會　山東建設廳　陝西建設廳　河北工業學院　浙江水利局　建設委員會模範灌溉管理局　北洋工學院　南京市工務局　北方大港籌備委員會　全國經濟委員會

水利月刊投稿簡章

(一)本刊登載關於水利工程之論著，計劃，研究，實施狀況等文字。撰著或翻譯均所歡迎。文體新舊不拘。引據之處請註出以便閱者。

(二)投寄之稿請依本雜誌行格謄寫為最好。並請加標點符號。如投稿者，先將題目及大略字數示知，當將稿紙寄奉備用。

(三)如投寄翻譯稿件，請將原文題目著者及其來源詳細示知。倘蒙將原文寄閱尤妥。

(四)文中圖畫，除照相外請用黑色墨水繪製。務求清晰。並須字大綫粗。

(五)稿件揭載與否。不能預告。原稿概不寄還。惟未登載之稿件。得因預先聲明可以檢還。

(六)稿後請註明姓名住址以便通訊。

(七)稿件內容本會得酌量增刪之。如有不願者。請先聲明。

(八)稿件請寄交南京國府路梅園新村五號中國水利工程學會出版委員會收。

A 46231

志願加入中國水利工程學會者注意

本會為便利志願加入本會者特將本會章程刊印於每期月刊之後封面茲更將入會志願書附印於此凡欲加入本會者請填就寄至杭州浙江水利局本會總幹事張自立君可也

● 中國水利工程學會 ●
入會願書

（姓名）……………………（字）……………茲經……………………

…………………兩君介紹願入中國水利工程學會如經正式選決自願遵守會章並協助其進行此致

中國水利工程學會董事會……………………………………………

本人簽名（中文名）………………（西文名）………………………

籍貫………省………縣……生於………年……月………日

專門學科…………………………

學位………………年份………………學校………………………

學位………………年份………………學校………………………

永遠通信處………………………………………………………………

現在通信處………………………………………………………………

國歷…………年…………月…………日

任事經驗

年	月	職業履歷			
自	至	地名	機關名稱	職名	主辦事務

著作

…………

…………

…………

…………

…………

…………

…………

…………

號數……………………董事通會過日期……………………

級位……………………通告日期……………………

水利月刊合訂本發售廣告

本月刊發行已滿五卷因內容充實頗爲社會所歡迎惟前數卷歷時已久已無存書對於補購全份者輒無以應付至爲憾事玆正將缺少各期用原版翻印法(即翻印西書法)重印數十份補足全份每部用布面燙金精裝爲四册自一卷一期起至五卷末期止首尾無缺每部連郵費實價洋十五元正不折不扣並以三十部爲限額滿截止欲購者請將款滙至南京國府路梅園新村五號中國水利工程學會出版委員會收即行將書寄奉

水利月刊洋裝合訂本訂購通知書

玆向南京國府路梅園新村五號

中國水利工程學會訂購水利月刊合訂本自一卷首期起至五卷末期止金字布面洋裝四厚册特滙上大洋十五元正請

請即製給收據並請將該書寄至下列地點

定書人

通訊處　　省　　縣

中華民國二十三年　　月　　日

請注意

本會出版委員會通訊處現改為：

「南京竺橋桃源新村三十號之二」

水利月刊

第七卷　第一期

中華民國二十三年七月

目錄

本刊文責由著者自負

明渠流量觀測方法之檢討(徐世大)……………………………………3

天津海河潮汐之概況(高鏡瑩)……………………………………15

烟台海壩工程之回憶(張時雨)……………………………………21

整理運河問題(汪胡楨)……………………………………31

平津間通航計畫初步報告(汪胡楨)……………………………………36

華北水準網之校正(華北水利委員會)……………………………………47

海河紀遊(王華棠)……………………………………55

海河工程局挖泥船實習報告(卞文莊,張捷遷)……………………………………62

編輯者言

本刊問世，忽忽三年。就過去三年中所刊各文而觀，幾無一篇無充實之內容，絕非空言陳說所可同日而語，此則本刊所可引以自慰者。所惜限於經費，有許多圖片，不能重行繪製，祇照寄來原樣，照相製版，以致常有字畫過細，多損閱者目力，則遺憾實多。自今以後，選擇文字，當一秉歷來重視實質之精神，而插附圖表亦在可能範圍內力求改進，尤望惠稿諸君，注意投稿簡章，加以協助，不勝盼荷。

本期材料，多承董事徐世大君代爲徵求供給，於此誌謝。

本期付刊時，中國第一水工試驗所已在建築之中，預計不數月間，即可竣工。此後有許多水利工程上不易解決之問題，與不可捉摸之結果，均可以實驗解決之。此試驗所對於將來全國水利學術之影響，亦非尋常可比。本期登有徐世大君明渠流量觀測方法之檢討一文，足爲從事水工試驗者之借鏡，深望學者注意研誦也。

海河潮汐之概況一文爲前海河整理委員會工程處長高鏡瑩君所作，烟台海壩工程之回憶一文爲烟台海壩工程處總工程師張時雨君所作。兩君皆不僅身親其事，且均負有工程上最高責任。故其所述不僅爲一信史，且有不少心得，足供吾人之研究也。

整理運河討論會於本年二月一日成立於南京，實開國內技術合作之新紀元。茲將該會總工程師汪胡楨君最近在導淮委員會紀念週之演辭——整理運河問題，刊登本期，俾吾同志咸知整理運河意義之宏大。又平津通航計畫爲整理運河計畫之一部分，亦發刊全文，以冀閱者加以指正。

華北區域內從事測繪者已有十七年之歷史，且以測量方面而論，該會實有不可沒之令譽。茲承該會惠賜華北水準網之校正一文，實十七年來水準測量之總決算也。

海河工程局，因辛丑條約而發生，以維持海河航道爲其目的。故於挖泥機船之設備，比較爲完備，茲得王華棠君海河記遊一文及卞文莊張捷遷兩君實習報告一文，可知該局過去之努力與現在之措置也。

明渠流量觀測方法之檢討

徐世大

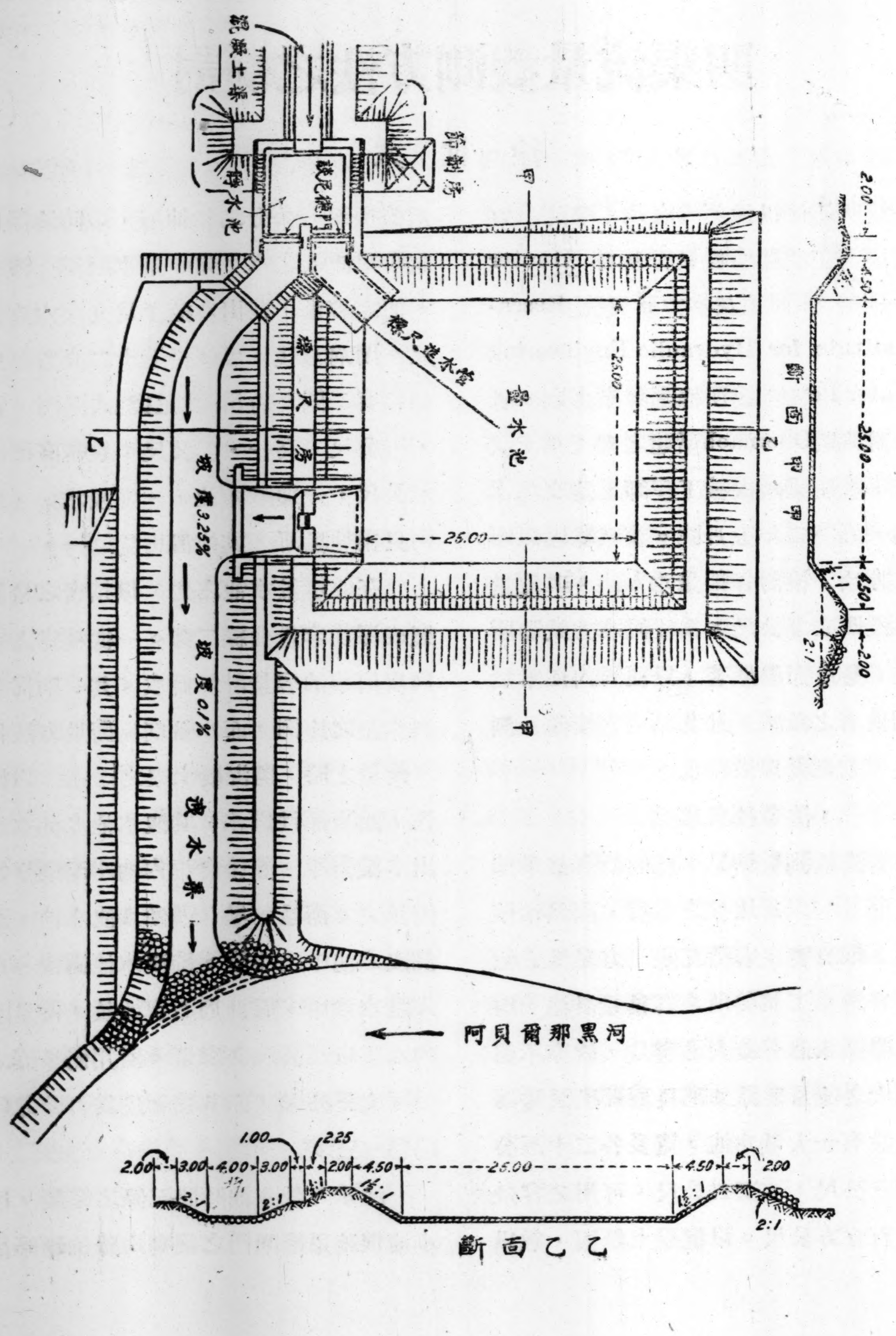
是篇所述係根據美國麻州工學院水力學助教兼河工試驗所職員勞斯君 Hunter Rouse 所著之「河工及水力研究院」Research Institute for Hydraulic Engineering and Water Power 說明德國該撒惠廉學社在阿貝爾那黑Obernach所建之露天水工試驗場者，載於美國機械工程師會論文集水力學類一九三二年五月號。該試驗場以極精密之方法，檢討各種量水方法。其流量可至每秒四立方公尺，爲任何水力試驗所所不及。是篇節編原著，以便國內從事於流量測量者之觀摩，且其精密之設備及測算方法，尤足資以借鏡也。

一、流量校對根據

校對流量測量結果，應同時有最準確之流量測計，以爲比較之根據，而最準確之方法，惟有實在容積記錄，方足當之無愧。但普通水工試驗所之容積量計池，均因地位關係未能有鉅大之容量，故亦不能校對較大之流量記錄。阿貝爾那黑試驗場，因此設有一大量水池，寬長各二十五公尺，深三公尺，水深二公尺，可用之容量一千五百立方公尺。以混凝土鋪面，敷以六公厘至一公分之柏油層，以防滲漏。自試驗渠流入之水，先經量水堰至一洩水池。池之容量，在出水檻下爲九十六立方公尺。閉閘以後，可多得七十二立方公尺。池口有二閘，均用「談尼德」式閘門，寬三．五公尺，高一．〇公尺，旋轉直徑一．八公尺，一通量水池，一通洩水渠，以至阿貝爾那黑河，其佈置均見圖一。

在使用量水池之先，以精密之量計，製成深度容量曲線二種。一從精密之丈量與幾何學的容量計算而成。其一則從水位與水量之比例，而水量則以衡量方法得之。衡量之時，將混凝土渠之下端，以板閘住，而後滿注以水，其洩水池亦注水至與出水檻齊平，然後自渠內抽水至衡量箱而衡量之。衡量既畢，乃傾入洩水池，而觀測洩水池中之水位。待洩水池滿後，再注入量水池中。似此周而復始量，得量水池內水深自二公尺之容量。所用衡量器之量，可達三公噸，而其精密度爲百分之〇．〇〇一三。

注水入量水池時間記錄之錯誤，因洩水池與談尼德閘門之絕對均整的建築而幾



圖一 靜水池量水池及洩水渠計盈

等於無(見圖二)。兩閘門之軸，互相套連，故能同時一動一止。兩門一啓一閉，速率正等，反之一閉一啓，亦復如是。每門離最低之地位或到達時，均通電流，而以墨水自記於紙帶上。故有兩個同時的時間記載(見圖三)。因此每一次注水於量水池時。即有四個時間註明在紙帶上；t_1，示閘門甲開始開放，t_2，約三秒鐘後，示閘門乙完全關閉，t_3，約三四分鐘後，示閘門乙再開始開放，而t_4，爲閘門甲完全關閉之時。此後不復有水入池。自t_1，至t_3，或t_2，至t_4，均可用作注水之時間。

此法在數學上之精確度，可證明如次：閘門在任何情形下，均高出水面多多，故即在最高度情形時，水流無被壓迫之虞。圖四甲，示閘甲與閘乙之閘檻高度與轉動速率之相互關係，（須知此種曲線僅示通常情形，於任何方面，不致影響於精確度）。圖四乙中之曲線甲與曲線乙，示兩門同時所啟之孔與時間之關係，自t_1至t_2。若易甲爲乙，則t_1至t_2，即成t_3至t_4矣。曲線庚示洩水池內之水面，兩閘門均部分啓時，則水落而不復回至原來地位，直至達到t_g時，洩水池所受水量方屬固定。圖四丙示經每門之流量與同一時間相對，Q_A自閘門甲，Q_B自閘門乙，兩者相加爲總數，與圖四乙之曲綫庚，有相互之關係。

自t_1至t_g間，流入洩水池之水量，恰等於流出者。即經過洩水池之總水量，等於圖四丙中之時間基線及正常流量Q之平線間之面積。但兩門之實在流量積數，爲時間軸與曲線Q_A+Q_B間之面積，則正面積×，必須等於負面積Y與Y_g之和。若以數學方式表示之：

$$\int_{t_1}^{t_g}(Q_A-Q_B)dt=Q(t_g-t_1)$$

自圖可知

$$V_A+V_A=Q(t_2-t_1)+V_g$$

而

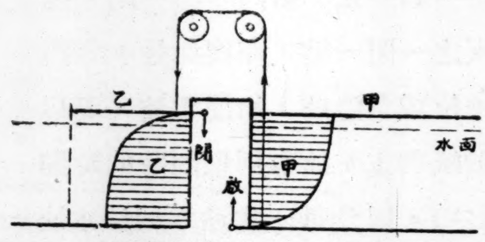
$$V_g=Q(t_g-t_2)-\int_{t_1}^{t_g}Q_A\,dt。$$

自此種關係言之，即可製成流入量水池之流量圖，如圖四丁。在最後一段時間之V_B，顯與最初一段時間之V_B相等，惟現爲經閘門甲在關閉中之水流而已。易言之，水位與流量曲線，在第二次閘門動作時，實與第一次變動時，毫無二致。惟甲乙或AB二字，必須互易，而以t_3，t_4，與t_g，易t_1，t_2，與t_g而已。

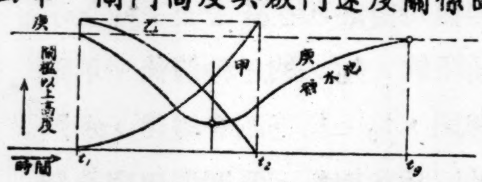
每段時間流入量水池之水量，可列表於次：

時間段	進水量
t_1-t_2	V_A
t_2-t_g	$Q(t_g-t_2)-V_g$
t_3-t_4	$Q(t_3-t_g)$
t_3-t_4	V_B

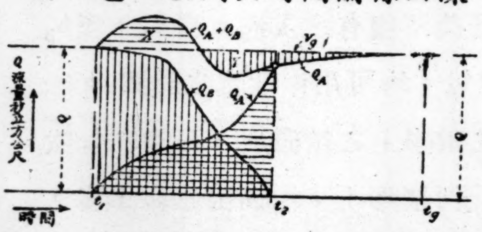
其總流量即為是四者之和，



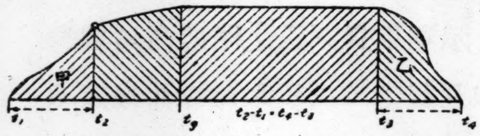
圖四甲　閘門高度與啟門速度關係曲線



圖四乙　啟門與時間關係曲線

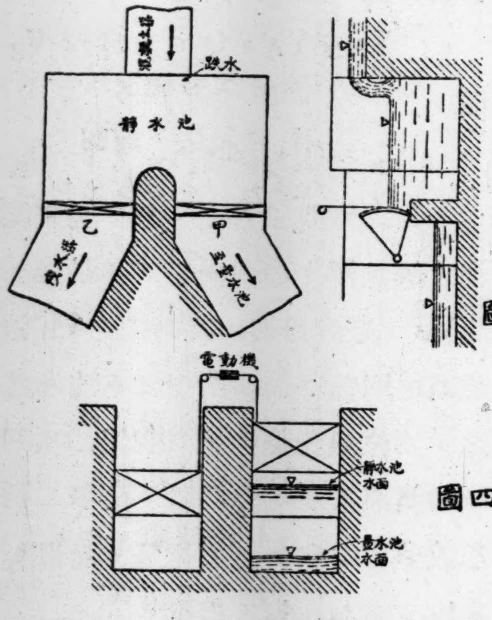


圖四丙　靜水池總流量與時間關係曲線

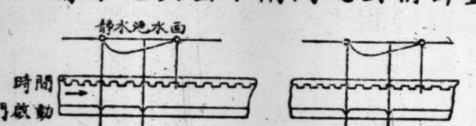


圖四丁　流入量水池總流量與時間關係曲線

圖四　閘門啟動之各種曲線



圖二　靜水池與出水閘門之對稱計畫



圖三　閘門啟動之時間記錄樣張

$$V = V_A + V_B + Q(t_g - t_2) - V_g + Q(t_3 - t_4)\text{。}$$

照前所得$V_A + V_B$之公式代入，

$$V = Q(t_2 - t_1) + Q(t_g - t_2) + Q(t_3 - t_g) = Q(t_3 - t_1)\text{。}$$

因此是法實完全正確，若有何任非正確情形發生，只能歸咎於洩水池內不均等之水流，經過閘門及池內建築物之滲漏，惡劣之天氣，及觀讀水位者之個人錯誤。

所謂可能的不均等之水流，影響實可無視。每次閘門動轉之時間，係屬固定。但可各次變化，開始或終止注水之時間，最小可達二秒鐘。在此僅只二秒鐘之時間，較之全部注水時間至少一百八十秒鐘者，即有錯誤，因甚微渺；蓋不過九十分一而已。

在每一談尼德閘門下，略有滲漏，故於閘檻頂上留有凹處，以承受此項流量，約每秒鐘十分之二公升。故在已關閉閘門下滲漏之水，可用一短小管子通入開啓閘門之水流，並以手轉水閥節制，使注水時，流入量水池，而不用時流入洩水渠內。

天氣與讀尺所發生之錯誤，另有論列。

洩水池與量水池之水標尺實為特殊精密之儀器，裝設於一標尺房中。其布置甚為周密，使安放與觀讀，均極便利，因此其不能避免之錯誤可少於十分之一公厘。標尺之數共九，洩水池得其三，其範圍為六百公厘，而量水池得其六，範圍為四百公厘，每尺間各有三十公厘之搭頭，以便校對。全部標尺繞一圓梯而設立，此梯自裝置總節制水閥之混凝土陰井上升，故每次讀尺，可在最近之梯級坐而行之。另有一大玻璃立管，裝有浮筒指針，能升降至全部範圍以內，故應讀何尺，即可自此指針得之。

自池中心地面之佈網進水口，有一三英寸水管，通至水標井，然後由一截流閥，自管引至六個附遊尺之標尺及立管。其洩水池標尺之布置亦同。所有九個標尺，均相類似，每尺有一四公分之玻璃立管，易於移動及洗刷，又有總進水管，可以於水升至相當地位時關閉，而改由一二公厘之狹管，以毛吸力引水，以避免因水之動盪，而影響及觀測。此小玻管上下，均有橡皮接頭，故兩頭均不致有氣泡及沉泥。

立管邊立有一公分尺及遊尺，能直接觀讀至十分一公厘，其中三者且能讀至五十分一公厘，實覺過於精確矣。此較細之校正部分，以螺絲輪轉動，而初步迅速之設置。則有一圓錐形之活嘴，使之轉動。鈎尺之尖端，有一頗寬之圓頂形刀口，使之更形精確，旁立一活動鏡，正置於水面之下，使刀口與其水面上之迴光，同時影現，而得一便易且精細之校正。遊尺用兩小電燈泡發光。且照及下面之鈎，故儀器可以極短時間設置及觀讀，而無需為過多之地位變換。

照此研究院之習慣，所得成果，如屬可能，均直接製點於格子紙，其平軸則爲當日之時間。此種不用記載簿之方法，可以免除所有粗顯之錯誤，而在量水池水標觀讀時，觀讀者得自所製各點，而見氣候之影響，與需要之記載時間，以得一滿意之均數。在注水以前，量水池內，從無全乾之時，自最後一次讀數後，必有充分之水留在池中，而水標零數，亦可從標尺一或標尺二讀之。讀數每分鐘一次，至少十五分鐘，有時因風之擾亂，則延長時間，以求一切實之平均線。池之四邊既非直立，風之影響於讀數，甚爲顯著，其結果每稍稍過低。因此注水後，或須待至一小時，使進水時所發生之波動，在終了讀數開始前，得以平息。此終了讀數，亦製點於同一紙上，但在情形嚴重時，常須一二小時之時間，以得平均值。因此法之精細，使雨水與過甚滲漏之水，可使記載歸於無用，而試驗必須另行。

根據上述各種設備及方法，自量水池所得流量，其經計算其證明之誤差爲±〇・一%。

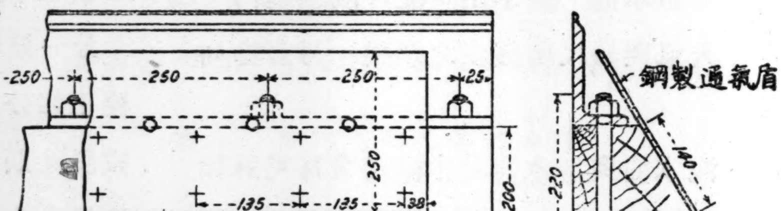
二、流量測量方法

第一組比較流量觀測凡用四種歐美最新方法：即(甲)，尖頂敞口量水堰，(乙)，亞蘭式鹽分流速，(丙)，化學或滴定法，及(丁)，流速計。分述於次：

甲、尖頂量水堰　尖頂量水堰以鋼板製成標準式，設於一木樑之上，可以順一槽上下於混凝土渠之下端。其下面空隙，置板泥縫以防漏。(圖五及六)。兩槽在堰頂以上，置有薄板，使兩牆光滑，且同時使空氣能自由經過堰頂下游之鋼製通氣板。另有一凵形水位管，以觀空氣之通塞。

堰頂先用水準儀安置，再用一立管鈎尺。置於車上，細細校正，因此尺能自一精確的已知的高度讀數，則自立管中之水面，可得堰頂高度之精密計算，以至到達所定之點。

乙、亞蘭鹽分流速法　注鹽水之器，



圖五　混凝土渠末端之量水堰

置於距渠上口六十公尺處，上有蔭蔽。此器以一容量六百四十公升之水箱，於其中混入飽和之溶液。注射之前，另有以一汽油

抽水機(一•二馬力)，壓氣機，及第三水箱，裝受溶液於十大氣壓力之下•注水以彈簧閥之啟閉在上游爲之。

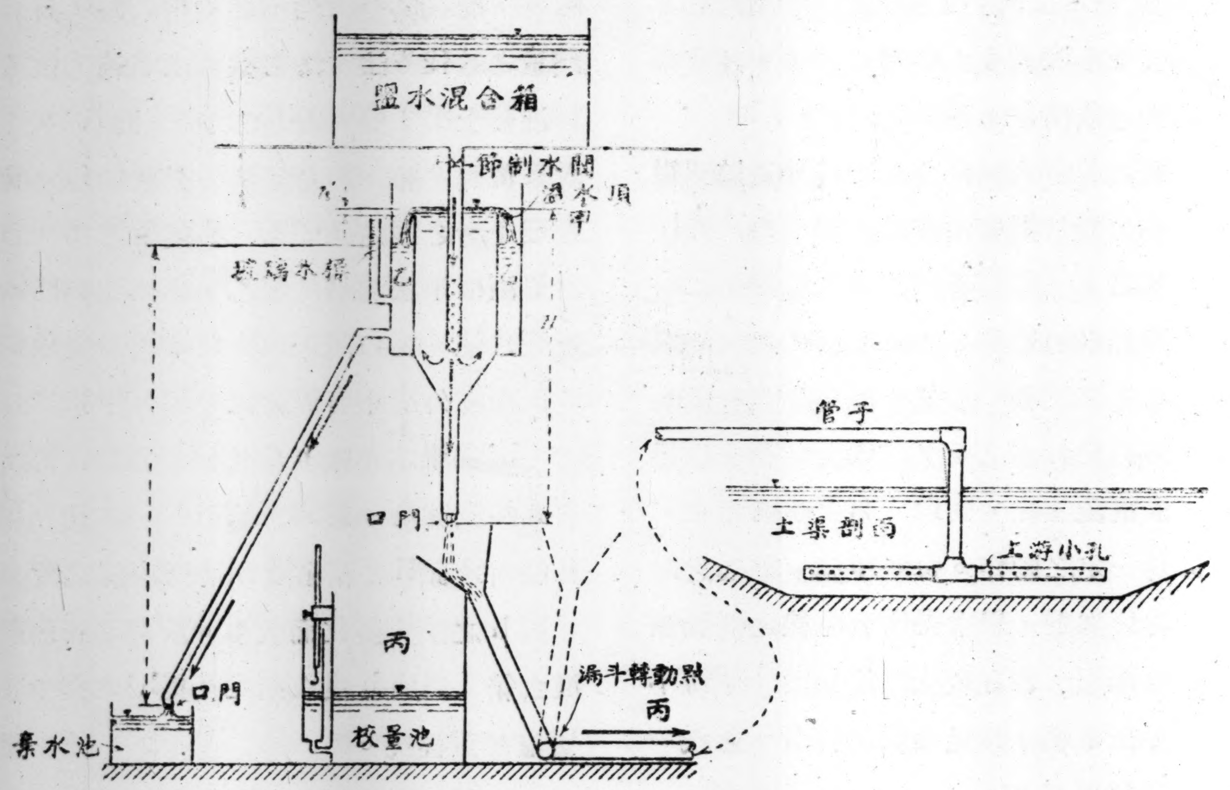
電極各以六個八分之三英寸鍍鋅圓鐵管製成，置於渠底預設之四凹口內，正在注射器之下。每管各高於其次管四十二公分•照此電的接合，使交互發生相反之電極•電流之記載，在量水池附近之節制房中，以自記鐘爲之。其時間在紙帶上以墨記，而電流曲線，則以閃火燒紙而成，以保持一定之動作•每一序列一電極之記載，均使加重，以求得所有曲線之縱軸數，約略類似•但在較大之流量時，不得不除去第三電極，以免曲線之綜合，蓋祇一自記儀器可用也。

爲定曲綫所包括之面積中心點，先將圖放大，描於硬紙板上，而就外郭剪成實在形體•然後以懸絲測之重量中心•是法較數學的求中心法，更爲便捷，而不失其精確度•

丙、化學的鹽冲淡法或滴定法　加入鹽或其他類似溶液於流水，而以化學分析未加及已加後之水內鹽分，以定流量，曾以數種不同之方法試行於過去時代，均複雜煩費，而需要曾經訓練之化學師爲助。此研究院所得經驗，認滴定法在諸法中最爲精確，而需時最少，雖由一機械工程師執行，而在其他方法不能引用之時，實爲測量之最佳方法。法射鹽水之水箱，位置於混凝土渠上端，分爲二層，（圖八）•上層爲混合水箱，容量二立方公尺，以水管通至下層之固定水頭器，有剩餘之水，自內層溢槽甲溢流於外層乙，而由一口門入於棄水池•因口門之故，此項流量幾成固定，而在外層中有固定之水頭•甲頂之水頭，h'與棄水水頭h之比例，乃設定的•研究院試驗時，約爲一與三〇〇之比。因此注射水頭H之稍稍變動，則溢流之變動，因h之擴大變化而大增。故此水閥節制混合箱，以使h幾成固定，則h'之變動，實無足重輕矣。

注射口門下置一活動漏斗，可使注射之溶液流注於校量池，或渠道•在試驗初，先使注射流量成爲固定，然後以每秒半公升之流量，注入校量池中約三分鐘，再引入注射管於渠道中約二十至二十五分鐘•試驗旣畢，復令注水於校量池。易言之，不特試驗時有固定水頭，且每次試驗，其注射溶液，以容積法量算二次。

注射鹽水在混凝土渠上端之緩流池中施行，使渠水與鹽水充分混合•緩水池下有木質靜水箱三座•分析用水樣，在注射處下游五十六公尺處，以手搖抽水機及長水管取得，亦可以在任何渠道斷面行之•



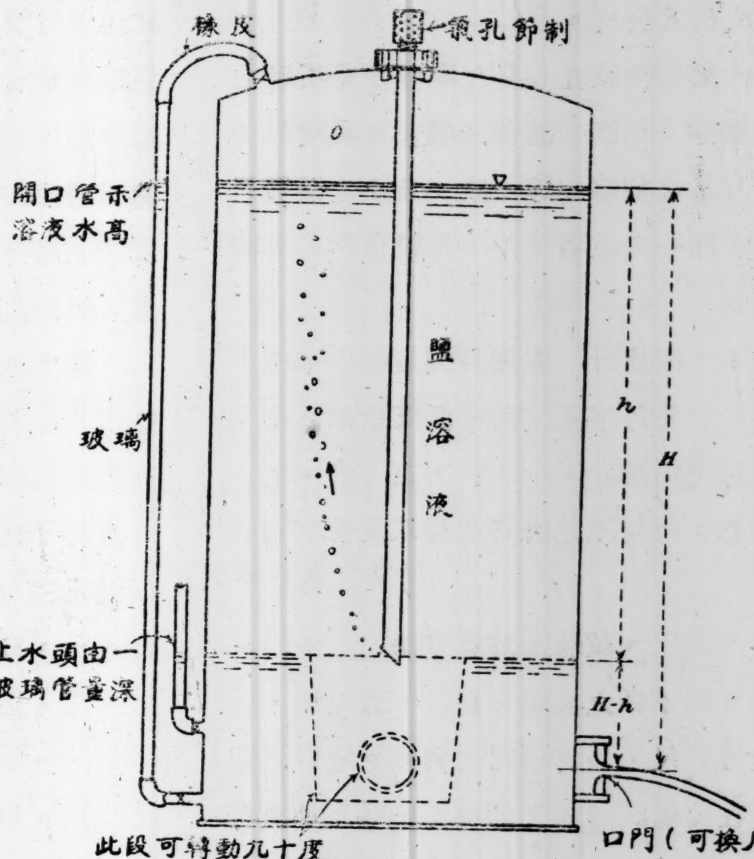
圖八　滴定法用注射器

各負試驗所取水樣，共分十五點，（平面五排，立面三層），同時在上游二公尺處，以電記流速計，量其流速。每次試驗，共取水樣如次：注射前渠水一瓶，試驗初及試驗後溶液各一瓶，渠水如溶液十五瓶。瓶有蓋，容量一升，先在所取水樣中，洗濯一過。

為量較小之水流，另有一固定水頭注水箱如圖九。箱以鋼製，輕而易舉，可以兩輪車運至試驗地點。其他物品，為鹽包，泥水桶，及樣瓶。此箱不通空氣，惟餘頂上一進口，由一細管通空氣至箱中，約箱高之三分。二及箱底一出口，其口門大小可換者凡六種。箱中先用濃溶液灌滿，安置進口管，而開出口管，十秒鐘後 箱內之空氣達到一種負壓力，等於進口管下端所受之水頭 h，於是空氣自進口管灌入，其流量恰等於口門所洩之水量。因此後進口管常為空氣所佔，則口門上所受水頭，僅為進口管下端至口門之一節，即H減h，故在水面達到進口管下端以前，出口門之水頭，即為固定的口門之尺度，最小每

秒流量二十七立方公分，可流一小時。最大每秒三百立方公方，可流五分鐘。此六種口門流量，均經精密量計，清水與溶液，同經研究，故其數甚爲準確。水之注射，以在瀑流處爲佳，以保證完全之混合，水樣則在下游取得，視混濁度而定。

此種活動器具。使此種方法可用以測計山谷間之流水，蓋其水流之速且亂，使流速計失其效用。該研究院曾就數山河試用，均得甚佳之結果。



圖九　滴定法用活動注射箱

水樣分析方法爲梅蕾式 Mellet's System，用相對値而不用絕對定量。各種水樣，先用蒸溜水和至相當之濃度。然後使同等容積，在電爐上蒸發，加入同量之鉻酸鉀。及自滴管加入同一濃度之硝酸銀溶液，使其水樣成同一紅彩。量管之讀數，以比例計算至一公升之同等數，然後將其數字代入如下之公式。

$$Q_2 = Q_1 \frac{n_1}{n_2 - n} - Q_1$$

Q_2＝渠中流量每秒公升計。

Q_1＝注射溶液流量每秒公升計。

n_1＝溶液水樣之校正滴管讀數。

n_2＝渠水注射後水樣校正滴管讀數。

n ＝渠水注射前水樣校正滴管讀數。

分析之準則如次：

1. 實際容積稀薄及量水樣。
2. 蒸發至近乾加入同量之鉻酸鉀。
3. 用硝酸銀溶液滴定至第一水樣同等淡紅彩爲度。
4. 校正滴管數至一公升之等值。

5.代入公式。

此法之精確性，全在取樣及分析時之絕對潔淨。用同一滴管，吸管，及藥品，水樣容量之約略相等，同一大小之蒸發皿，及在同一光強弱度下，比較色彩，及讀滴管數。

丁、流速計　流速計測量在一木橋上行之，二公尺半寬渠道所測直斷面凡七，即自每邊距離〇·一，〇·三，〇·七，及中心。所用流速計爲奧特式及普來司式。

三、試驗及計算方法

五種不同之流量，自〇·五至四·〇秒立方公尺，是爲研究之對象。渠口之閘門，在開始試驗前，即啓至約等於所需流量。門啓經兩小時，使水流固定後，始沿渠觀讀水標尺及堰頂水位，直至試驗終了而止。流速計最先使用，量水池即行灌水，隨繼以鹽分流速法，而終以滴定法。此種步驟，每次試驗，共往復三次。

遇降雨時，試驗停止，視氣候允許而後恢復，試驗終了時，堰頂流量及量水池記錄，趕急計算，如有顯著之錯誤發現，即可在同一流水情形下，重復舉行。大約試驗五次，需時一月。

每次所有記載，均送至總辦事處。其成果之計算凡費六助理員六星期之工作。試驗及計算均以高精密度爲之，時有遠較想象爲高者。其理由爲(1)，減少錯誤至最小數，(2)，試驗各步之記載，特殊完備，可使將來追蹤仿效，及(3)，有時用以證明某種關係，不致顯著影響於全部結果，例如渠底滲漏量等。

量水池記錄，由一比例曲線畫成，並謹愼的記其灌水之時間。每段之滲漏量，亦製成曲線，即滲漏量對水深。每次試驗計算終了後，用下列方法校正成果，(例如滴定法所用)：

一、日期。

二、滴定號數。

三、每滲漏段之水深。

四、自曲線量得之每段滲漏量。

五、全段總滲漏量。

六、滴定結果，(甲)每樣同一容量之混和，(乙)每樣加流速之權衡數。

七、滴定試驗期間堰頂平均水頭h_t

八、量水池灌水期間堰頂平均水頭h_m。

九、$\triangle h=h_t-h_m$。

十、$\tan\alpha$(自量水池比例曲線得之)

十一、$\triangle Q=\tan\alpha\triangle h$

十二、自量水池所得Q

十三、自滴定法所得$Q=Q_t\pm\triangle Q$

十四、與量水池結果相較之差數

四、初步試驗結果

量水堰量水之準確度，視兩種互為因果之事實而定，即用良好標準堰，而有勻穩之水流，及用可靠之公式，以計算流量是也。堰之建築既如前述，則前者已無問題，惟就各已成立之公式加以比較而已。所用公式凡四種，即白上式，佛萊士式，瑞士工程師及建築師學會式，及雷伯克式是也。其公式如次：

白上(1888)　$uo=\left(0.6075+\frac{0.045}{ho}\right)\left[1+0.55\left(\frac{ho}{p+ho}\right)^{2}\right]$

佛萊士(1890)　$uo=\left(0.615+\frac{0.0021}{ho}\right)\left[1+0.55\left(\frac{ho}{p+ho}\right)^{2}\right]$

S.I.A (1924)　$uo=\left(1+\frac{1}{1000ho+1.6}\right)\left[1+0.5\left(\frac{ho}{p+ho}\right)^{2}\right]$

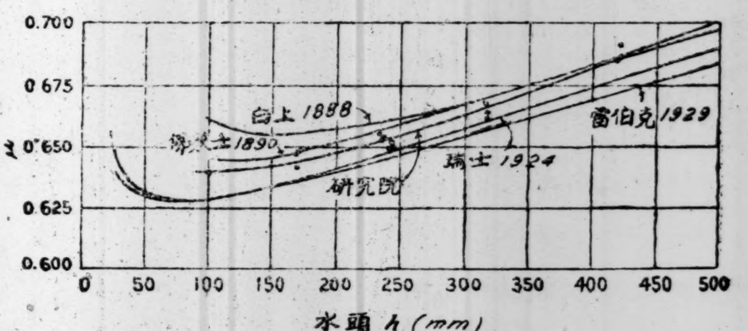
以上三式$Q=\frac{2}{3}\sqrt{2g}\,uo\left(ho^{\frac{3}{2}}\right)$ p＝堰頂距堰底之高度

雷伯克(1929)　$uo=\left(0.6035+0.0813\frac{ho}{p}+\frac{0.00009}{p}\right)\left(1+\frac{0.0011}{ho}\right)^{3/2}$

（自其原公式$Q=\left(1.782+0.24\frac{ho}{p}\right)l.ho^{\frac{3}{2}}$得來，其中$h_e=h0+0.0011$

圖十示各公式之比較，p為五二三公厘，另有p等於八五〇公厘之試驗，其結果亦相似，兩種均先用模型試驗，其結果與雷伯克氏一九二九年公式極近。但此四種公式均係試驗室中模型試驗所得，此番研究院試驗結果，愈令人感覺有實際鉅大流量及高水頭試驗之必要。

其他各種試驗，均見表一。自表中可見各種方法所得流量，均較實在容積測量得所得低，而尤以鹽分流速法為甚。表二



圖十　量水堰結果各曲線

示鹽分流速法之精密度，與電極位置之關係。大約注射地點離電極愈遠，則成績愈佳。

表一 流速計，鹽分流速，及滴定法觀測結果比較表

試驗次數	奧特流速計葉式推動具			奧特流速計螺旋式推動具			亞蘭氏鹽分流速法					滴定法				
	量水池流量 秒立方公尺	流速計流量 秒立方公尺	差數百分計	量水池流量 秒立方公尺	流速計流量 秒立方公尺	差數百分計	量水池流量 秒立方公尺	電極 e_2-e_3 流量 秒立方公尺	差數百分計	電極 e_2-e_4 流量 秒立方公尺	差數百分計	量水池流量 秒立方公尺	剖面平均流量 秒立方公尺	差數百分計	流速加權流量 秒立方公尺	差數百分計
1	0.5522 0.5525	0.5508 0.5455	−0.25 −1.27	....	....	....	0.5531	0.5488	−0.78	0.5406	−2.26	0.5547	0.5534	−0.23	0.5521	−0.48
2	....	....	....	0.5541 0.5544	0.5505 0.5590	−0.65 +0.83	0.5542	0.5457	−1.53	0.5457	−1.53	0.5551	0.5526	−0.45	0.5562	+0.20
3	....	....	....	....	....	....	0.5532	0.5462	−1.27	0.5474	−1.05	0.5529	0.5502	−0.49	0.5498	−0.56
4	0.5694 0.5705	0.5673 0.5699	−0.36 −0.10	....	....	....	0.5701	0.5571	−2.28	0.5589	−1.96	0.5705	0.5683	−0.20	0.5672	−0.56
5	....	....	....	....	....	....	0.5774	0.5617	−2.72	0.5606	−2.90	0.5786	0.5743	−0.72	0.5739	−0.79
6	....	....	....	0.5796 0.5794	0.5775 0.5798	−0.36 +0.06	0.5796	0.5590	−3.56	0.5717	−1.37	0.5800	0.5763	−0.63	0.5733	−1.15
7	0.8807 0.8828	0.8735 0.8780	−0.82 −0.55	....	....	....	0.8833	....	....	0.8601	−2.62	0.8833	0.8867	+0.39	0.8867	+0.39
8	....	....	....	0.8792 0.8804	0.8770 0.8860	−0.24 +0.63	0.8795	....	....	0.8683	−1.28	0.8809	0.8786	−0.26	0.8802	−0.07
9	....	....	....	....	....	....	0.8795	....	....	0.8682	−1.30	0.8864	0.8861	−0.03	0.8867	+0.03
10	1.3437 1.3426	1.3410 1.3400	−0.20 −0.20	....	....	....	1.3416	1.3286	−0.97	1.3311	−0.78	....	....	....	....	....
11	....	....	....	1.3457 1.3432	1.3560 1.3560	+0.76 +0.96	1.3442	1.3507	+0.48	1.3331	−0.83	....	....	....	....	....
12	1.3813 1.3850	1.3920 1.3890	+0.77 +0.29	....	....	....	1.3800	1.4204	+2.88	1.3823	+0.17	1.3855	1.3888	+0.24	1.3920	+0.47
13	....	....	....	....	....	....	1.3901	1.4193	+2.10	1.3852	−0.35	1.3939	1.4018	+0.57	1.4057	+0.85
14	....	....	....	1.3938 1.3962	1.3900 1.3930	−0.27 −0.23	1.3940	....	....	1.3967	+0.19	1.3963	1.4092	+0.93	1.4165	+1.45
15	1.8015 1.8002	1.7820 1.7880	−1.08 −0.68	....	....	....	1.7999	....	....	1.7803	−1.09	1.8002	1.8166	+0.91	1.8140	+0.77
16	....	....	....	1.8023 1.8010	1.7950 1.8000	−0.40 −0.05	1.8002	....	....	1.7950	−0.29	1.7999	1.8187	+1.05	1.8165	+0.92
17	2.1581 2.1645	[illegible] 2.1430	−1.62 −1.00	....	....	....	2.1604	2.0879	−3.40	2.1157	−2.07	2.1645	2.1688	+0.20	2.1720	+0.34
18	2.2835 2.2852	2.2804 2.2124	−0.13 −3.18	....	....	....	2.2846	....	....	2.2569	−1.21	2.2875	2.3203	+1.43	2.3100	+0.98
19	....	....	....	2.2898 2.2870	2.2660 2.2500	−1.04 −1.62	2.2873	....	....	2.2785	−0.38	2.2356	2.2714	−0.62	2.2753	−0.45
20	....	....	....	....	....	....	2.2825	....	....	2.2643	−0.79	2.2838	2.2571	−1.17	2.2676	−0.71
21	....	....	....	2.4919 2.4910	2.4700 2.4690	−0.88 −0.88	2.4914	....	....	2.4718	−0.78	2.4904	2.4982	+0.32	2.5034	+0.52
22	....	....	....	....	....	....	2.4953	....	....	2.4840	−0.45	2.4954	2.4912	−0.17	2.4931	−0.09
23	3.3287 3.3287	3.3010 3.2880	−0.83 −1.22	3.3314 3.3327	3.3150 3.3220	−0.49 −0.32	....	....	....	....	....	3.3350	3.3399	+0.15	3.3318	−0.10
24	....	....	....	....	....	....	3.3297	....	....	3.3095	−0.61	3.3318	3.2349	−2.91	3.2753	−1.70
25	3.3314 3.3346	3.3400 3.3410	+0.26 +0.19	....	....	....	3.3320	....	....	3.2713	−1.82	3.3328	3.3246	−0.25	3.3312	−0.05
26	....	....	....	3.3379 3.3405	3.3310 3.3500	−0.21 +0.28	3.3361	....	....	3.3100	−0.78	3.3405	3.3501	+0.29	3.3373	−0.09
27	3.9796 3.9790	3.9770 3.9480	−0.07 −0.78	....	....	....	3.9790	....	....	3.8795	−2.50	3.9790	3.9869	+0.20	3.9778	−0.03
28	....	....	....	3.9799 3.9801	3.9396 3.9199	−1.01 −1.51	3.9792	....	....	3.9181	−1.54	3.9768	4.0680	+2.29	4.0369	+1.51
			−0.556			−0.302			−1.003		−1.192			+0.029		+0.062

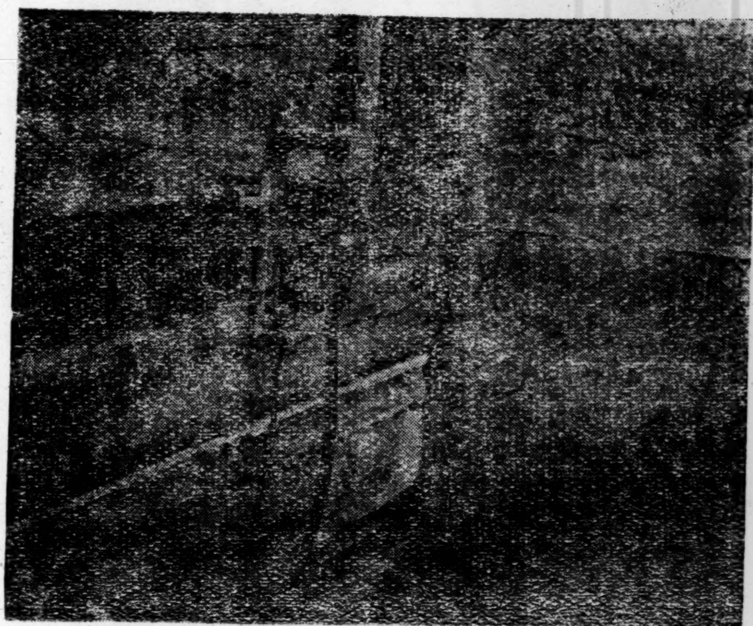
附註 e_2, e_3, e_4＝電極； Q_m＝全剖面各點平均； Q_v＝各點照流速加權後平均.

表二 鹽分流速法

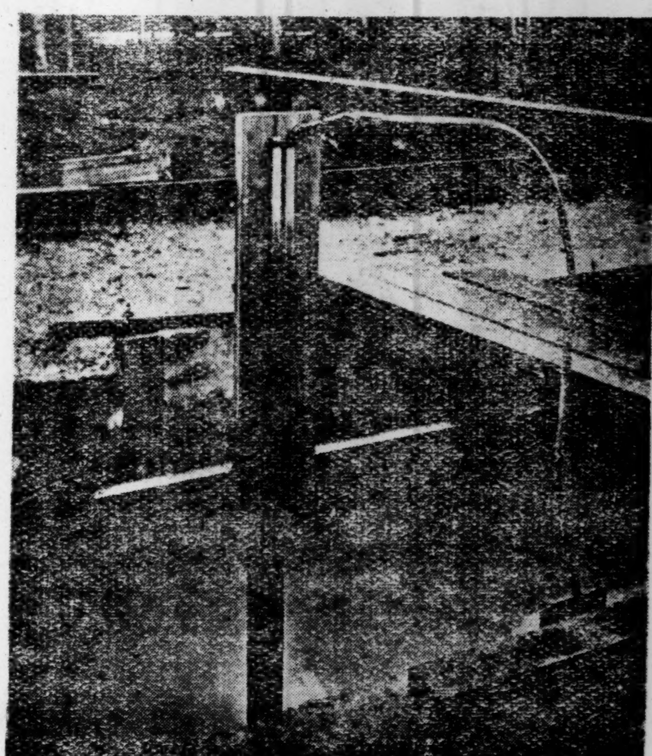
（各組電極所得結果精密度之差異）

電極聯合	量測次數	平均差數百分計
$0-e_1$	109	—5.94
$0-e_2$	97	—5.09
$0-e_3$	42	—3.37
$0-e_4$	71	—2.85
e_1-e_2	103	—4.69
e_1-e_3	43	—2.54
e_1-e_4	78	—2.37
e_2-e_3	27	—1.00
e_2-e_4	79	—1.19

^{a}0＝注射點， e_1, e_2, e_3, e_4＝電極.



圖六 水標與活動冊用以量堰頂水頭



圖七 量水堰上之流

本會出版委員會更改通訊處廣告

本會出版委員會原附設於南京梅園新村五號樂居房產公司茲因該公司另遷中山路新屋本委員會未便附設故自即日起改爲南京桃源新村三十號之一即本會臨時所之內祈各界投函時注意爲荷

天津海河潮汐之概況

高鏡瑩

天津港埠，位於海河潮區上部。由天津大紅橋至大沽口北炮台，海河之長度，約爲四十海哩。大沽口位於渤海灣西端偏南。口外有攔門沙，經多年之浚挖，中間闢成長約七海哩寬一百五十呎之航道，名曰大沽淺灘水道（Taku Bar Channel）。計算高度之起點，曰大沽水平基線（Taku Datum）。此起點，爲大沽口北炮台附近普通高潮汛時之低潮位，較大沽平均潮位低四・三八呎，或一・三三五公尺。大沽淺灘水道之河底高度，通常在大沽水平基線下八呎，民國十三年曾至十呎六吋。海河河底高度，其最淺處，通常在大沽水平基線下六呎至八呎，惟偶因上游挾沙過多，而發生淤墊之弊，亦爲時甚暫。

海河係有潮汐之河，一日之間，漲潮兩次。朔望之日，大沽口漲潮時刻，約爲三點三十分。潮之平均象期（Phase Age），爲二・八日，即係最高潮汛在朔望後二・八日，最低潮汛在上弦下弦後二・八日也。高潮汛時，潮高達八呎至十呎，漲落潮相差七呎至九呎。低潮汛時，潮高六呎至八呎，潮差爲四呎半至七呎。大沽口外之潮差，與大沽海河口之潮差，爲一・一與一之比。茲將大沽口每日漲潮時刻，列表如左，惟實際漲潮時刻，有時較表中所列者，或可相差一點三十分，但在高潮汛時，則相差甚少。

太陰歷日期	高潮時刻 點 分 點 分	低潮時刻 點 分 點 分
初一日	三・一五至三・三〇	九・四五至一〇・三〇
初二日	三・四五至四・〇〇	一一・〇〇至一一・一五
初三日	四・一五至四・三〇	一一・三〇至一一・四五
初四日	四・四五至五・一五	正午至一二・一五
初五日	五・一五至六・一五	一二・三〇至一二・四五
初六日	六・一五至六・三〇	一・〇〇至一・一五
初七日	六・四五至七・三〇	一・三〇至二・〇〇

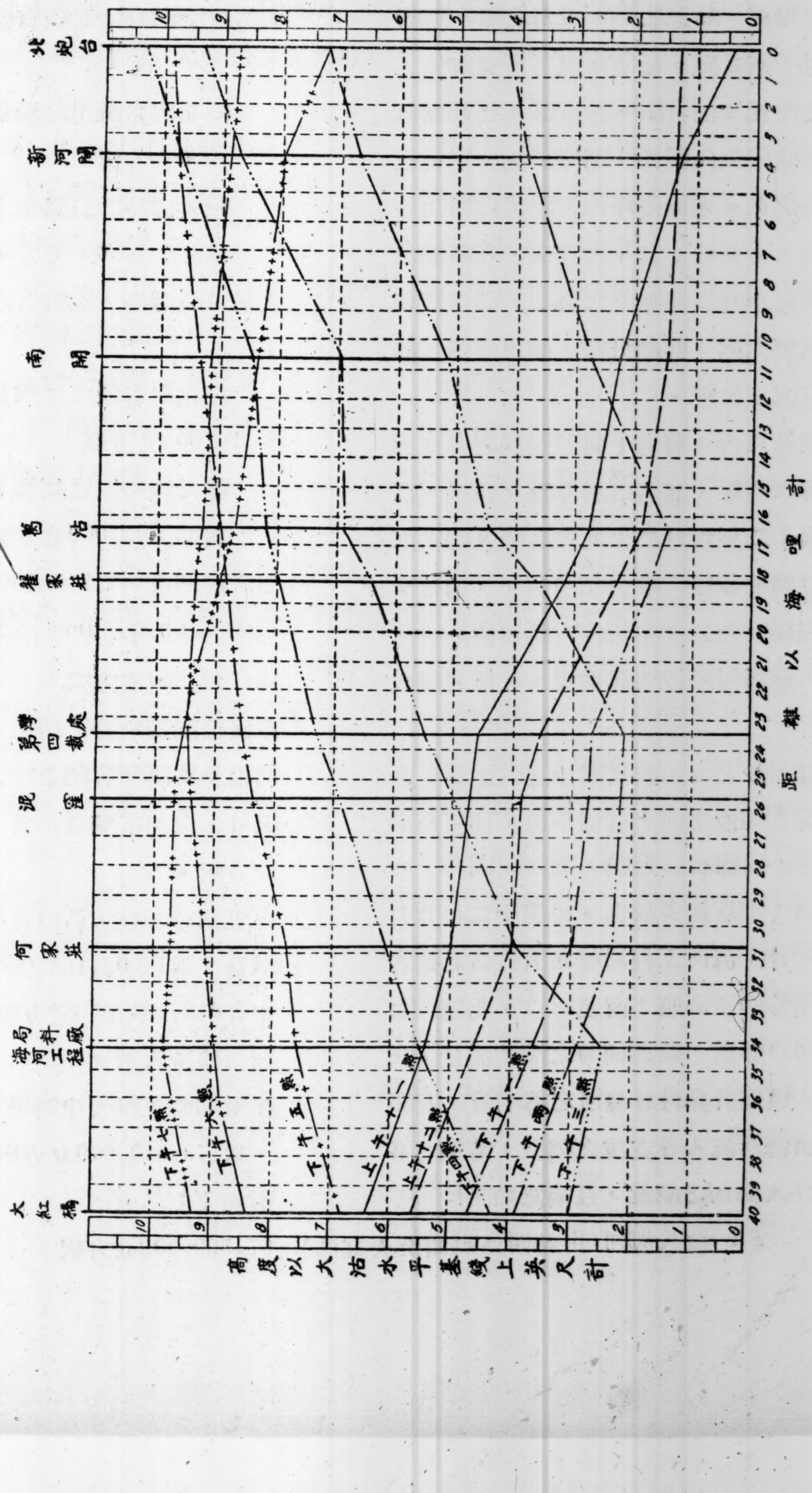
初八日	七・四五至　八・〇〇	二・三〇至　二・四五
初九日	八・三〇至　九・〇〇	三・一五至　四・〇〇
初十日	九・三〇至一〇・〇〇	四・三〇至　五・〇〇
十一日	一〇・三〇至一一・一五	五・三〇至　六・四五
十二日	一一・四五至正午	七・一五至　七・三〇
十三日	一二・四五至　一・一五	七・四五至　八・一五
十四日	一・三〇至　二・〇〇	八・四五至　九・〇〇
十五日	二・四五至　三・三〇	九・四五至一〇・一五
十六日	三・四〇至　四・〇〇	一〇・三〇至一〇・四五
十七日	四・三〇至　四・四五	一一・〇〇至一一・一五
十八日	五・〇〇至　五・一五	一一・四五至正午
十九日	五・三〇至　六・〇〇	正午至一二・三〇
二十日	六・三〇至　七・〇〇	一二・三〇至　一・一五
二十一日	七・三〇至　八・一五	一・三〇至　二・一五
二十二日	八・一五至　八・三〇	二・三〇至　三・〇〇
二十三日	八・四五至　九・一五	三・一五至　三・四五
二十四日	九・三〇至一〇・〇〇	四・〇〇至　四・三〇
二十五日	一〇・一五至一〇・四五	五・〇〇至　五・四五
二十六日	一一・一五至一一・三〇	六・一五至　七・一五
二十七日	一一・四五至一二・四五	七・三〇至　七・四五
二十八日	一・〇〇至　一・四五	七・四五至　八・三〇
二十九日	二・一五至　二・三〇	九・〇〇至　九・三〇
三十日	三・〇〇至　三・一五	九・四五至一〇・三〇

至於天津港埠內漲潮時刻，平均較大沽口漲潮時刻，晚三點半以至四點。

大沽口漲潮時，口外淺灘即被浸沒，潮流方向約與海岸平行，漲潮時向北流，落潮時向南流，其平均速率，在高潮汛時，爲每小時二海哩，在低潮汛時，一海哩。大沽口攔門沙以外之潮流，則漲潮時向北流，落潮時向南南東流。但潮向及潮量

海河潮位聯立曲綫圖

民國十二年六月二十九日



，恒有變更，如遇北風，或西北風，則潮流受阻，而減漲，如遇東風，或東南風，則潮流受托，而增漲，幷緩落。在低潮汎時，有時因風向關係，潮停無流，可至三四小時之久。天津港埠內，除伏汎期間外，潮流之力甚強，其平均速率，在高潮汎時，爲每小時二海哩至三海哩，漲落潮相差五呎至六呎，低潮汎時，潮流較弱，潮差爲三呎至四呎。

潮區以內，將若干同時觀測之各地潮位，聯成曲線，其名曰潮位聯立曲綫。茲將民國十二年六月二十九日高潮汎時，海河潮位聯立曲線，繪製如附圖。（摘自海河工程局一九二三年報告）就該圖分析研究之，則海河潮汐漲落情形，可得其梗概。

有潮汐之河，較無潮汐之河之最大優點，爲有潮汐之河，雖係小河，亦可藉潮汐之功，而能航行巨輪，蓋因漲潮時，水位增高，水量加多故也。民國十二年六月二十九日，海河工程局曾在大沽口北炮台，天津特四區碼頭，南運河口，北運河口，西河口等處，觀測同時之潮流流量，與速率，因而計算得有海河之蓄潮量，及漲潮時由海河流入各支流之潮量，落潮時各支流注入海河之潮量，茲摘錄如下：

（1）流入海河（由特四區碼頭至大紅橋）

大沽口漲潮時，北砲台低潮時刻以後：

經北砲台流出之潮量，爲93,507,000立方呎，

經天津特四區碼頭下注之潮量，爲80,814,000立方呎。

大沽口漲潮時，北砲台高潮時刻以前；

經北砲台流入之潮量，爲760,030,000立方呎，

經天津特四區碼頭上流之潮量，爲33,609,000立方呎。

海河蓄潮量，爲760,030,000＋80,814,000—93,507,000—33,609,000＝713,728,000立方呎。

由直接測量所得之結果，除去海河舊河槽及支溝所容納之80,000,000立方呎外，海河蓄潮量，爲714,500,000立方呎。

在漲潮時，經大沽口北炮台流入之總潮量，爲1,002,164,000立方呎。其中有242,134,000立方呎，係高潮時刻以後流入者。

在漲潮時，經天津港埠上流之總潮量，爲179,549,000立方呎，其分配情形如下：

67,500,000立方呎，

(2)流入西河(由大紅橋至觀測站)	4,608,000立方呎,
(3)流入北運河(由大紅橋至觀測站)	1,872,000立方呎,
(4)流入南運河	8,426,000立方呎,
(5)流入北運河(自觀測站以上)	39,613,000立方呎,
(6)流入西河(自觀測站以上)	27,241,000立方呎,
(7)由新開河閘洩去	30,289,000立方呎,
總計	179,549,000立方呎,

在落潮時，觀測之結果如下：

(1)西河觀測站以上下注量	45,770,000立方呎,
(2)北運河觀測站以上下注量	54,782,000立方呎,
(3)南運河下注量	10,190,000立方呎,
(4)西河自觀測站至大紅橋下注量	4,800,000立方呎,
(5)北運河自觀測站至大紅橋下注量	1,950,000立方呎,
(6)海河自大紅橋至特四區碼頭下注量	69,300,000立方呎,
總計	186,793,900立方呎,

其中有20,000,000立方呎，係各支流之淡水流量。

各觀測站之最大水面速率如下：

大沽口北砲台，漲潮	4.76秒呎
天津特四區碼頭，漲潮	3.37秒呎
天津特四區碼頭，落潮	2.95秒呎
南運河，漲潮	1.40秒呎
南運河，落潮	1.54秒呎
北運河，漲潮	2.42秒呎
北運河，落潮	2.16秒呎
西河，漲潮	1.60秒呎
西河，落潮	2.19秒呎

各觀測站之平均速率如下：

大沽口北炮台，漲潮	2.69秒呎
天津特四區碼頭，漲潮	2.07秒呎
天津特四區碼頭，落潮	1.76秒呎
南運河，漲潮	0.89秒呎
南運河，落潮	1.20秒呎
北運河，漲潮	1.44秒呎
北運河，落潮	1.52秒呎
西河，漲潮	0,94秒呎
西河，落潮	1.24秒呎

大沽口潮高，9.9呎

天津港埠內，海河潮汐之漲落差，在

民國紀元前，只有一二呎，經數次之裁灣取直，與寬度坡岸之改善，現已增至五六呎。天津港埠內之海河，寬不過二三百呎，而能航行吃水十五六呎，以至十八呎（民國十四五年）之輪船，實賴潮汐之功焉。

煙台海壩工程之回憶

張時雨

煙台之形勢　煙台位於渤海口之東北濱，東經一百二十一度二十三分五十五秒，北緯三十七度三十二分四十八秒（煙台山燈塔爲準）。東與朝鮮之仁川，北與遼東之旅大，遙相對峙，形勢利便，水深山抱，在未築海壩前，已爲魯省天然良港之一。清咸豐十年（西一八六〇），闢爲通商口岸。甲午之役以前，爲中國海軍北洋根據之地，其於商業軍事上之重要，可以概見。本港南北西三面有東南山，西沙灘，及芝罘島高山所蔽，成環抱之勢，南北西之風向，不致影響港內船舶之安全。惟每遇東風或東北風，挾黃海之巨波，直衝港內，則駐泊恒感困難，起卸貨物，時生危險，此海壩之修築所以需要也。

海壩工程之緣起　鑒於本港時受風濤之侵襲，官商各方，時有建築海壩之提議。民國二年五月，遂有烟台海壩工程會之成立，其組織以東海關監督，稅務司，煙台總商會會長，領袖領事，西商會會長五人爲會員，而以監督爲會長，聘任荷蘭港埠工程專家瑞立德Van Lidth de Jeude從事工程計劃。次年五月，計畫告成。民國四年，經政府批准，遂招標承辦。投標者共五家，荷蘭治港公司以關銀二百六十七萬七千兩得標（該會原估價爲關銀二百五十萬兩）。嗣於民國六年八月間，未竣工程一部爲大風所毀，計畫稍有變更，該會又加給造價關銀十一萬兩，是以全部造價爲關銀二百七十八萬七千兩也。

工程之範圍　依照所定合同，以下各項工程，須於四年內完成，旋因六年八月風災後，工程有所滲改，又展期一年半，共計五年半，爲完工之期。

一、建築海壩一段，長二千六百英尺於港之東偏，備出入口兩處。

二、建築防波堤一段，長五千八百英尺有奇，於港之西偏，其南端與陸地銜接，而於其北端築長六百英尺之碼頭一處。

三、浚深港內之一部，至低潮下二十英尺至二十五英尺，（參看附圖）。

工程計畫之沿革　本港以前計畫，不一而足，著者無從探索，引以爲憾。其稍知梗概者，爲海關總工程師 Dick 君一九

一〇年之計畫。該計畫包含海壩兩段，其一面東，一面北，而築防波堤一段於西以連陸地，共有出入口三處。該計畫之海牆均爲堆石所成，惟東壩之外坡，較西北兩壩外坡稍平，此爲各壩相異之點。瑞立德君之計畫(即已採用之計畫)係參照該計畫而加以改善者。東面祇築一壩，與西壩環抱成港灣。港內面積雖稍縮小，而所省壩牆之長度則甚多。且東壩之建築爲立牆式，大體係用洋灰砂漿砌築石塊，其堅固又較全用堆石者遠勝。且就民六八月風災之經驗，已沉放之二三十噸石塊，猶爲風浪所移，則東壩之建築，恐非堆石法所能勝任也明甚。西壩初採沙石塡心之堆石式Rubble Mound With Sand Core其面西北兩方面之坡度，較海關總工程師一九一〇年計畫中該方面之坡度爲大，其相異之點，殊堪注意也。嗣經民六八月風災，因爾時東壩祇完成一部，西壩(即防波堤)北段，尙在施工中，於是東北二面無掩護之力，風浪遂得逞威於西壩未完部分，而將一大段之工程衝毁。事後因責任問題，會方與公司方面發生爭執，最後改用塡石法修補已毁工程，會方認添給工料關銀十一萬兩，工事始克繼續進行。於此頗有堪爲工程家所注意者，即在工程進行中發生意外事故，致工程蒙害，其責任究屬何方，若認爲人力難施之事，則在開敞之海口施工，此種情事，固應顧慮及之，是以與其認爲偶然之事，毋寧直承計畫與施工步驟，未能審愼周詳耳。西壩因風災之後，一部分改用實塡石塊法以完成之，石坡之斜度，亦較原計畫稍稍平易。其東壩南端一段所沈放之石塊灰坨Masonry Blocks位置移動，於是添置特種灰坨以保護之。此風災後工程變更之大凡也。

工程計畫概要　全部工程載入合同者，共有三項：即(一)海壩，(二)防波堤及碼頭，(三)浚深港灣等，已如前述。海壩之構成係以石塊灰坨沈放於基槽之堆石上Rubble Mound in foundotion trench，灰坨之上面，低潮時可以露出部分，用洋灰混凝土築塡之，至成平面爲度。此平面上即用灰漿石塊砌築海牆(參看附圖)。最堪注意者，爲灰坨之排列法。灰坨共爲三縱列。內外兩列，排法相同，每組爲灰坨，三個疊累而成。中列爲灰坨四個疊累而成。但以兩者之厚度不同，排成後三列之高度適相等。且內外兩列與中列之接縫錯綜不接，以收犬牙交錯之效。不寧惟是，各組灰坨均有縱向與地平成七十五度之傾斜。爲此之故，每組最下之一坨，缺去一角，俾沈放於堆石之平面時，可得所需之結果也。壩之南北兩端，各沈放長五十尺，

寬四十呎，高二十五呎之鋼筋混凝土潛箱Coissons各一，以代灰坨。此項潛箱，係在旱地造成，約至半高，拖入水中後，足成其餘一部。沈放之時，先實以水，再用混凝土填之。全壩共長二千六百英尺，於其兩端，各設標燈一個，以便航行，此海壩構造之大概也。防波堤之構造，係以沙土填成丘形於其兩坡，蓋以柴排Zinkotuk柴排之中及其上，壓以大石塊，又其上以堆石足成之，俾成所需之切面形，而築石質護牆於堤之一側，以防高浪之衝入。全堤路面係用碎石舖平，並設鐵軌於路面與護牆之間，以便貨物之轉運。堤長約五千八百英尺，堤之北部，築碼頭牆一段，長六百英尺。該牆之建築法，與海壩略同，惟灰坨祇須兩列，兩端之混凝土潛箱較小耳。牆後填以石塊，以減土壓，其餘部分則實以沙土及石塊，俾成寬一百四十餘英尺之碼頭路面，一切碼頭設備，如纜樁，靠樁，等等，均有設置。完工以來，工程會復添築鋼質貨棧兩所，佔碼頭面積二萬四千英方尺，並備運貨平車十八輛，為運輸之用，此防波堤及碼頭之大概情形也。浚渫港灣至低潮以下(即煙台零點)二十英尺，約佔內港百餘英畝(四十公頃)，(內港全面積約三百餘英畝約一百公頃)，其沿碼頭處及海壩內之一部，置有浮標之處，則浚至低潮下二十五英尺，其餘部分未經浚濬，水深由低潮下三英尺至十七八英尺不等，則備較小輪船及風船之用，此浚港之大概也。

關於計畫上之重要情形　淤積　就已往本港之經驗，風波所挾之淤泥為量極小，而港內並無重要河渠足以影響港灣之淤塞，所計畫之船舶出入口，以減小此種淤積為目的，是以完工後港灣深度之維持，不致困難也。

風力及風向　依據本埠日本領事館氣象觀測台之記錄，由設計前五六年以還風之大且頻者，為西北，北，東北各方向，就中以東北風最足影響本港安全。北風挾巨浪衝掃崆峒諸島，反射為東北向之波濤，亦足為本港之患。其西北風經過西沙灘土腰之阻，雖不致興起巨波，但因其風力之大，亦時與本港以不便，凡此均為設計上所當注意者也。東北風既為東風之主要部分，於是海壩之設計及出入口之地位，俱須準此而決定焉。

水之深度　本港船舶除風船吃水較淺外，主要輪舶，為往來沿海各口之船隻，吃水十六英尺至十八英尺，偶有外洋輪船吃水二十二呎至二十五呎者來埠，但為數較少，且查鄰近各口之水深，如仁川為低潮下三十呎，大連為二十五呎至三十呎，

釜山爲十八呎半，牛莊爲十二至十八呎，大沽爲十二呎，青島爲三十一呎，海參威爲二十八呎，本港所採用之二十至二十五呎水深，巳可敷用。因如再求深度，則海壩之地位須向東移出稍遠，俾外港水深可達所需之尺度，如是則築費浩大，决非當時財力所能及矣。

潮汐 本港高潮約九尺半，低潮約八尺，計畫中所引之(煙台零點)，爲在平均低潮下一·八呎之平面，（凡上所述之低潮面即指「煙台零點」而言，以資簡便）夫如是則港內浚渫之處，在高潮時恆可得三十一呎至三十六尺之深度，凡吃水二十五尺以下之輪船，均可出入有餘裕矣。

鐵路之銜接及貨物之運輸 防波堤旣與陸地相連以通碼頭，則將來鐵路告成，接軌甚易，貨車可逕達輪船之側，運輸捷便，更無轉車之煩，即將來添築碼頭，亦當以防波堤爲基本，所需要者，不過加寬堤面，爲貨棧之用耳(參看附圖)。

施工之經過 夫於一定期限之中，建此鉅大之工程，其所需之工程專家，現代機械，及多量之材料，在在均須有完善之計算與籌畫，先就工作部分言之，可略別如次：(一)海壩及潛箱之建築，(二)防波堤及碼頭之建築，(三)灰坨之建築柴排之構製，及船隻及機械之修理，(四)石料之開採，(五)港灣之浚渫，及(六)材料之收發。

材料之訂購 自合同簽定後，第一重要手續，即定購所需材料，如石料，洋灰，煤斤，鋼鐵，炸藥，樹條等等，凡此均與商家訂立供給合同，就中最重要且需多量之材料，如石料，則取自芝罘島之石礦，初用土法開採，嗣因供不給求，添置壓氣機，使用氣鑽作孔，以新式炸藥Dynanute炸取之。由芝罘島至工作地，水程可十餘里，石料之運輸，係用風船，間以小輪拖帶之，以省時間。至洋灰則爲大連之日本洋灰，經試驗爲合標準者，方准用之。樹條則以風船運自寧波。沙子則取自當地之西沙旺，或爲海底所浚出者。西沙旺之沙，其粒甚細，海底之沙，時含少量之淤泥，均非上選。但合同上訂明准其取自海灘高潮綫以上，以不含雜質爲度，標準未免太低矣。

灰坨之建造 海壩所用爲基礎之灰坨，係以塊石用一比二·五沙灰砌壘所成。灰坨分數種尺寸，其長度均爲十呎，重量自二十四噸至三十二噸，其爲壩外基台所用者，則重僅三噸。各項灰坨均預在西沙旺工場建造成後，經過一定期間，(合同原定爲六星期，後改爲五星期），始准起運至工地沈放。爲起運計，有特製平車，及

起重機，駁船等等之設備。安放之時，有水上取重機，及潛水夫等工作。

潛箱之建造　海壩及碼頭牆基兩端所用之潛箱，均係任北島(即芝罘島東端)建造。其最下一部箱，爲鋼筋混凝土所製。海壩所用者一端爲半圓形，長五十呎，寬三十呎，高二十五呎。其爲碼頭牆所用者，爲燕翅形，長五十呎。箱之上部及其中之隔壁，則於入水後在西海灘足成之。沈放時用小輪船拖至工地，用錨纜定其位置，而泵水入內，以沈沒之。迨位置既準確，乃用蔴袋盛洋灰混凝土以實之。所塡之混凝土在各格內之高度，故意令其參差，俾接築石牆時，可收錯綜之效。其上則以混凝土塡起，接築纍石工程，以至所需之高度。此項施工最困難之點，在潛箱半成後入水之頃，因修建潛箱於承架Cradle之上，而俾其能於入水時，沿溜道 Slipway 直下，頗費裝置耳。

柴排之構造　柴排荷人呼之爲Zinkotuk，以其用處不同，分爲數種。其平舖於基地者曰 Grundotuk 斜舖於基坡者曰 Hangotuk，因其用法不同，構造法亦稍異。大概係以樹條紮捆成把（荷名Wiep），組成帶底之方形格籠多個，此格籠即爲裝載石塊之用，柴排之寬度自十呎至四五十呎不等，視各堤坡寬度之大小而定。此項柴排係就沙灘上製成，乘潮來時浮起，用小輪拖至沈放之工地沈之。其上壓以塊石，以成所需之坡面，此柴排工程之大略也。

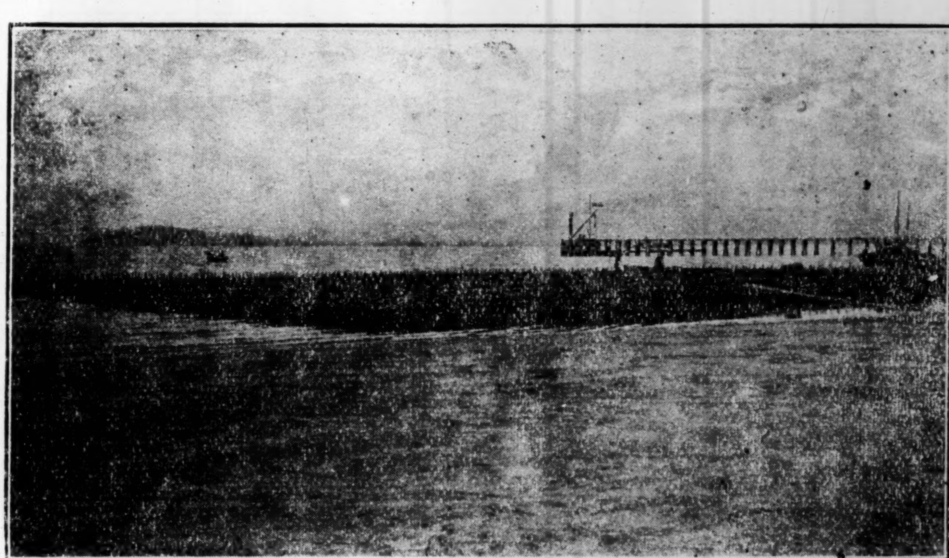
船隻機械之設置及修理　承包公司爲執行工務而有以下各項設備：一、東壩及臨岸均備有起重設置，二、西沙旺場地裝有三十五噸量之蒸氣活動起重機爲吊起灰坨裝入車輛之用。三、西沙旺之灰坨碼頭裝有三十五噸量之蒸氣起重機，爲由車中起灰坨裝入駁船之用，四、西沙旺場地裝有較小之凌空起重機，爲吊起小型灰坨裝車之用，五、西沙旺工廠碼頭設有支竿起重機，爲吊起車中小灰坨裝船之用，六、東壩設有手用起重器，爲運卸沙石洋灰各材料之用。此外在本工程上應用者，有戽斗挖泥船一艘，吸引兼泵泥浚渫船一艘，並附帶鐵管等件，吸泥駁船兩艘，自動倒泥船三艘，兩用運泥船一隻，航海小輪船四隻，油機小輪一隻，油機小艇三隻，三十五噸量起重船，爲沈放灰坨所用者計二具，打樁及抽水船一隻，備零星工作之用，運大號灰坨用之鐵質駁船四艘，運洋灰用之鐵質駁船一艘，木質駁船十隻，運石船二十七隻。西沙旺場地沙灘，甚合修理船隻之用，而其海底土質，又爲椗泊所宜，復於場之西偏，設置機廠一所，備有應

用機器，凡一切機械之修理及配置，均於是取給焉。

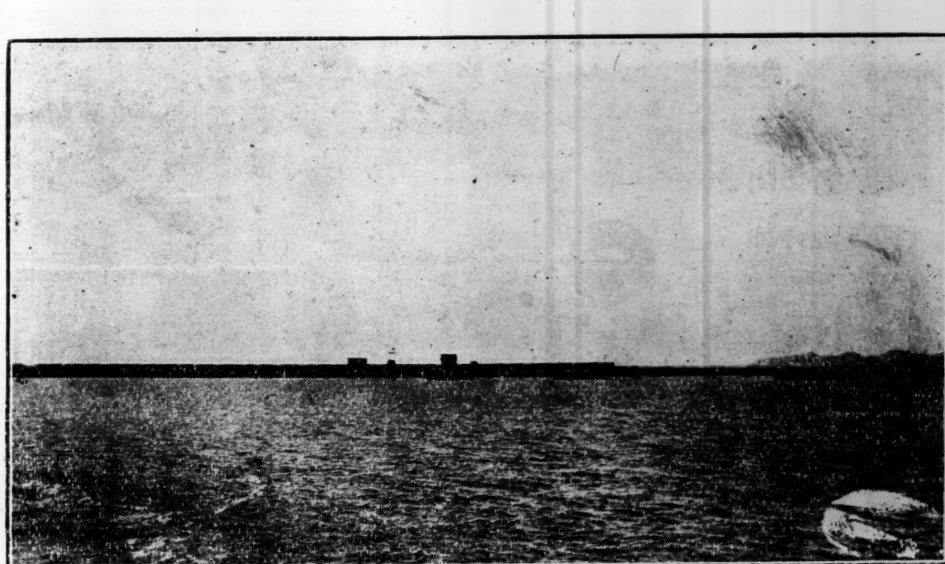
工作人員之概數　公司方面聘有外國工程師五人，督工員及監工十餘人，中國工程師三四人，全部工人在最忙時，曾達千人以上。工程會方面自總工程師以次，有工程人員不下十餘人，萃萃中外工程家多人之腦筋與毅力，始可完成此區區一海港，建設事業，豈易言哉。

工作之期間　本工程開始於民國四年六月完竣於民國十一年十二月曆時約六年有半

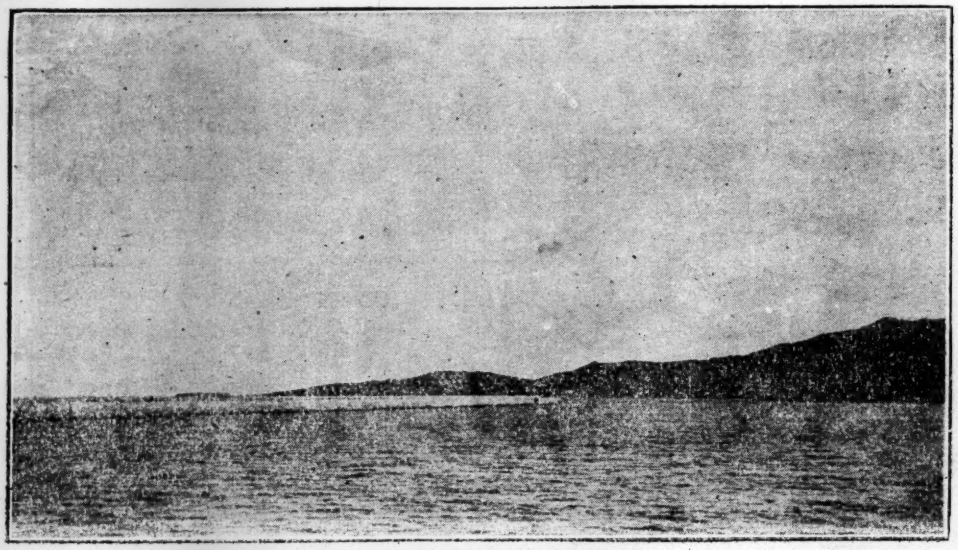
結論與展望　本港工程規模雖不甚大，然除近年之葫蘆島港工而外，實為吾國自營港埠之先驅，誠堪重視者也。方今吾國經營南方東方北方各大港，雖限於經費，尙無實施建築之期。但如海州青島威海衛等處之添築碼頭，防護港灣，均在積極進行之中，從茲由小而大，其有資於借鏡已成工程者，當不在少。且本港工程所用材料，大部均取之本國。即洋灰一項，當時雖由包工者採用洋貨，若在今日各國貨水泥公司，必能勝供給之任，不需他求矣。且吾國工人，堅苦耐勞，凡可用人力者，不必採用機器，直接即可救濟工人失業之厄，間接即所以厚民生而安閭閻。工程救國，以其一端乎。海內工程家幸留意焉，（葫蘆島港工用新式機械以代人力者甚多，即如混凝土灰坨之製造，幾全用機械，若本港工程，成於十年以前，用人工之處爲多，良可取法也。）尤有進者，本港工程完成以還，商民稱便，由碼頭起卸貨物，更屬安全捷速。所惜碼頭祗有一處，長不過六百尺，實不足敷輪舶幫靠之用，於是碼頭之擴充，與港灣之浚渫，時有提議，而迄未見諸實行者，良因煙台受世界不景氣之影響，正與其他各埠相同。因此一般人遂認本埠商業貿易無發展之望，而不肯積極促進，此其一。復次，煙埠與腹地交通，無鐵路之連絡，農工出品，轉運不易，入口貨物，亦感同一困難，此其二。夫本埠及其腹地原爲一工業區，稽之海關貿易册，往年出口大宗爲花邊，髮網，絲綢等物，近年亦有多量之花生出口。無如晚近海外銷路滯澀，已成不振之勢，就中絲綢尤受東三省淪陷之影響，如繭價太高，工廠停閉，乃其最顯著者。是以欲興復本埠商業，非開發腹地，另尋出路不可，而開發之道，交通最屬重要，而港埠之發展，亦於是乎係焉。



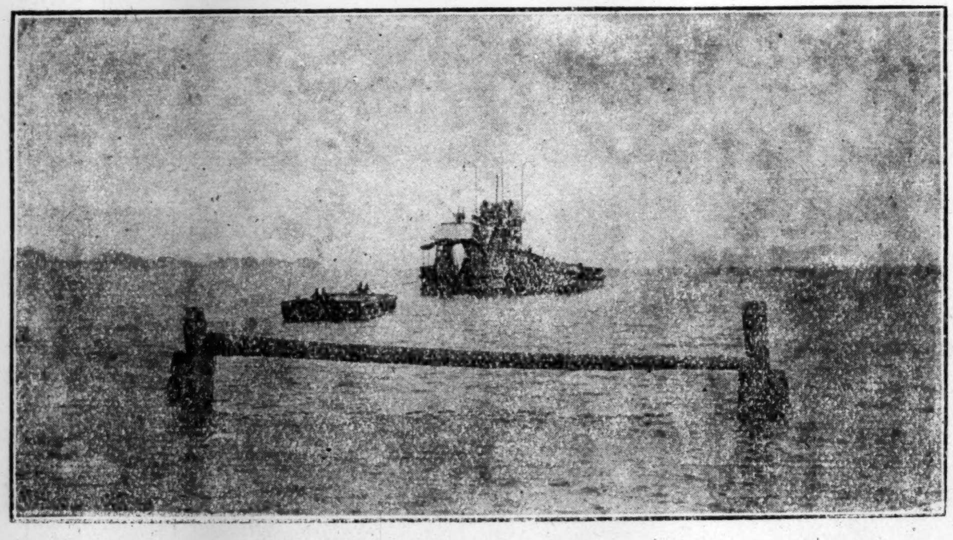
烟台海港沉柴排情形



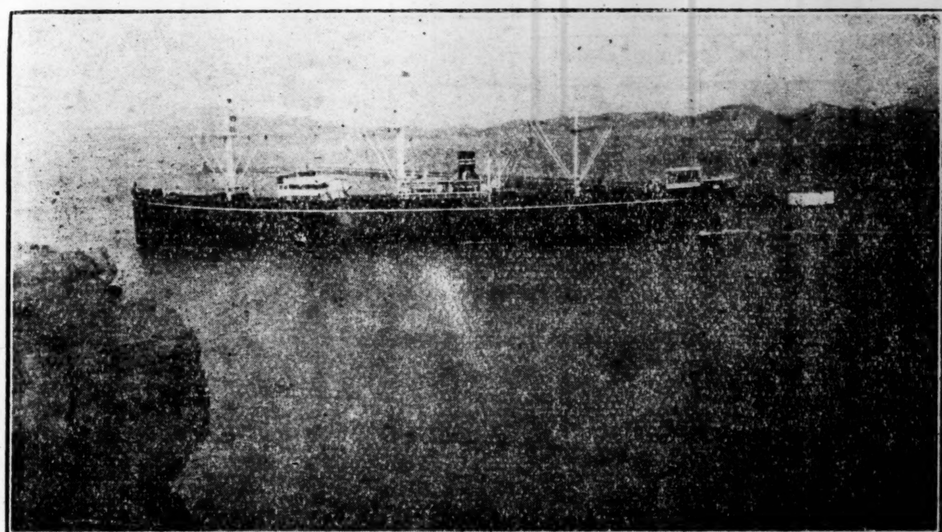
防浪隄遠望



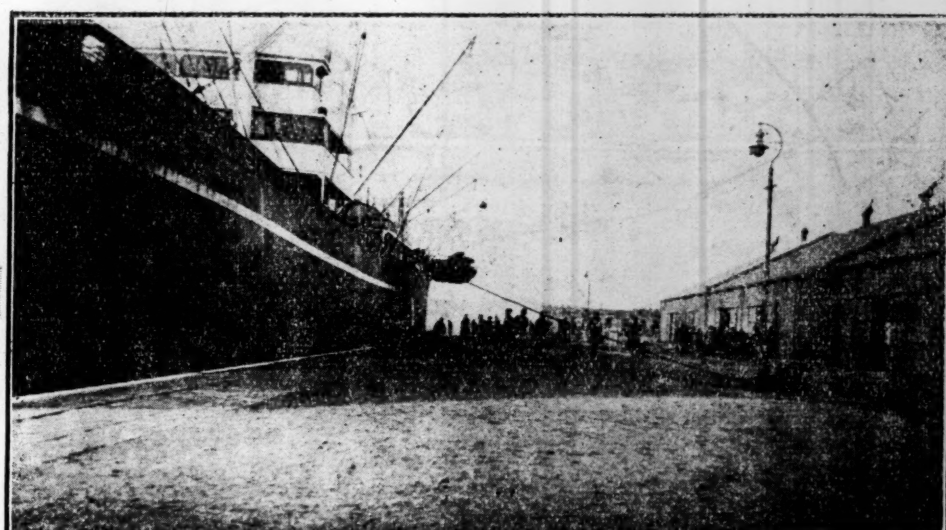
港口遠望



挖泥船在工作中

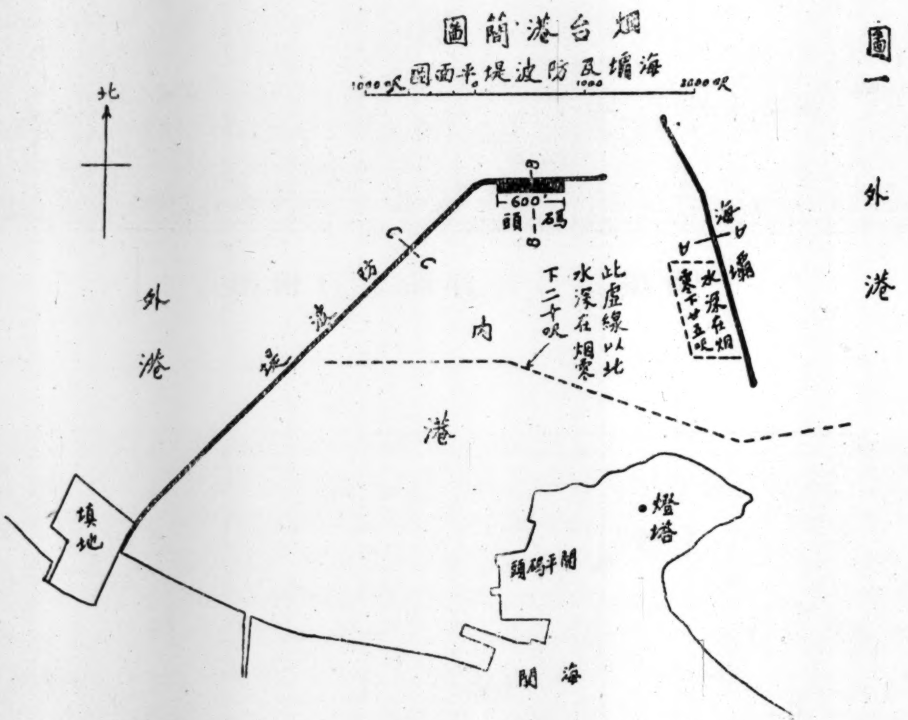


海壩東口外洋船進口情形

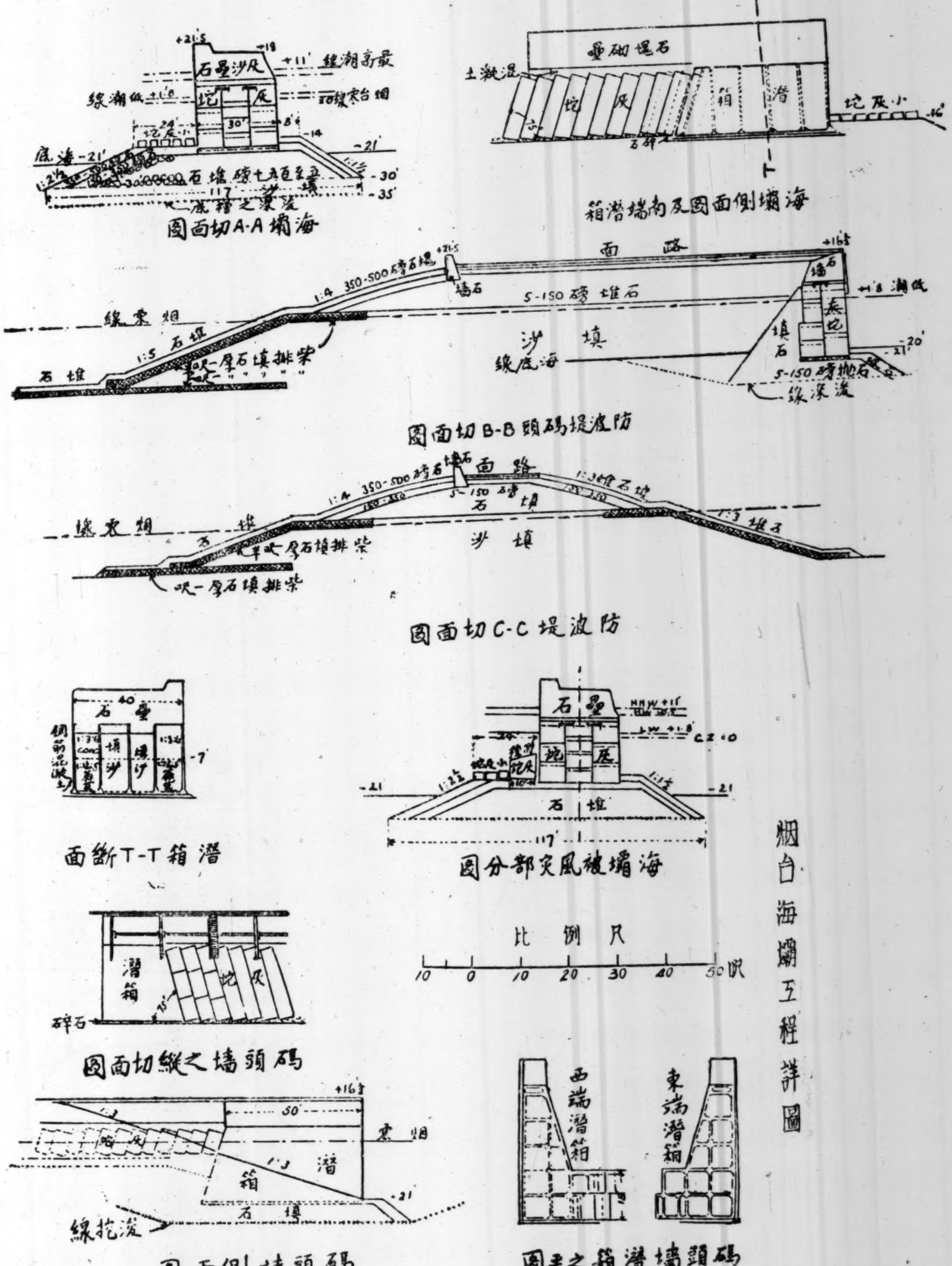


防波堤頭碼外洋船裝貨之圖

圖一


烟台港簡圖
海壩及防波堤平面圖
1000呎
0
1000
2000呎
北
600'
碼頭
防波堤
外港
內港
此處線以北水深在烟臺下二十呎
海壩
水深在烟臺下廿五呎
外港
填地
燈塔
關碼頭
海關

烟台海壩工程詳圖



海壩A-A切面圖

海壩側面圖及潛箱構造

防波堤碼頭B-B切面圖

防波堤C-C切面圖

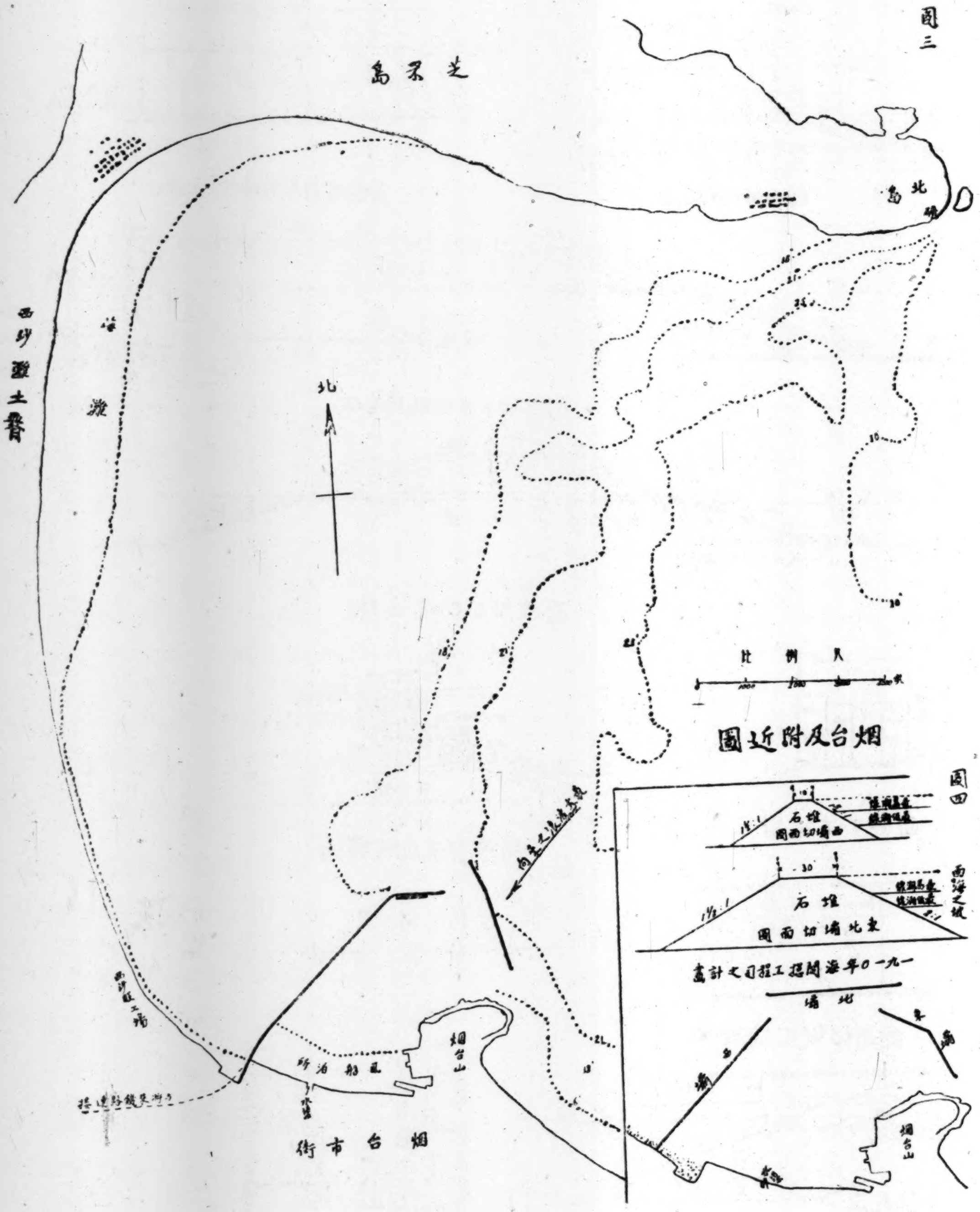
潛箱T-T斷面

海壩護風災部分圖

碼頭墻之縱切面圖

碼頭墻側面圖

碼頭墻潛箱之平圖


圖三
芝罘島
北
比例尺
烟台及附近圖
烟台山
烟台市街
圖四
石堤
石堤
北堤
烟台山

整理運河問題

汪胡楨

運河北起北平，當北緯四十度，南迄甯波，當北緯三十度，長約二千公里。昔時浙省粮船，可以直達北平，故爲吾國歷史上有名之工程，外人紀述吾國情形者每以運河與萬里長城並稱。實則就發展社會經濟，溝通南北文化等功效而論，則運河遠勝於萬里長城矣。

去年十月中國水利工程學會舉行年會於杭州，全國水利機關代表，及多數水利專家咸出席參加，遂有組織整理運河討論會之擬議，其後由導淮華北黃河太湖四機關函致冀魯蘇浙四省省政府，得其同意，遂於十二月廿一日成立本會。以八機關爲主體，嗣本會以運河穿越揚子江而過，故又徵請揚子江水道整理委員會加入組織，該會亦即慨然允諾。故本會合作機關計有冀魯蘇浙四省建設廳，及華北黃河導淮揚子江太湖五水利機關，共計九機關，凡運河經行之水利主管機關，已全數包羅在內，實開國內技術合作之新紀元，民國成立以來所未有之好現象也。

整理運河之意義甚爲偉大，並非祇因其爲吾國古代有名之工程而已，蓋以其經過區域爲吾國人口極密生產發達之鄉，故整理而後，對於國家社會均有鉅大利益。請分述之：

(一)發展生產　試一閱關稅統計，可見吾國自前清光緒二年以來，年年入超，而入超之數量自民國十八年以後又逐年增加，今每年入超之數已在五萬萬兩以上。往昔猶有大宗華僑滙款，無形中可以彌補，今則華僑滙款日見減少，致不得不將生銀生金輸出國外，結果金銀價貴而物價低落。故若不從發展生產上想辦法，恐全國經濟總崩潰之禍，即在眉睫矣。發展生產之方法，首當針對入超最多之米麥棉花糖菸草諸物，及出口最有希望之蠶絲茶葉大荳等物產，設法增進其產量。其次當謀廉價運輸，使此大宗貨物能到達消費地點，蓋祇有大宗生產量而不顧及運輸，則因海洋運輸運價過低，吾國關稅又未能完全自主，內地貨品萬不能與之競爭也。運輸此項貨品之最經濟方法，厥爲水運。故爲發展生產，以補救吾國社會經濟計，有整理運河之必要。

(二)聯絡水運各系統　運河北起北平

，南迄寧波，雖爲一線水道，航程祇二千公里，然此水道整理以後，其運輸區域可以遠及內地，在華北則可藉白河大清河子牙河衛河以吸收廣大面積之貨物。在山東則與黃河相交，西自潼關以上之韓城，東至利津海濱，所有帆運，均可與之交通。將來小清河黃河溝通工程完成後，則山東半島北側之貨品，均可達於運河。更南則與淮河相交于清江浦，洪澤湖以上之通航水道如潁河洪河淠河渦河澮河等，均可以運河爲其出路。將來導淮委員會三河壩及皖北各工程完成後，其通航距離更可增加，蓋在昔時潁河船舶可以上達開封朱仙鎮也。運河至六閘則可與通揚運河及串場河相通，可爲下河一大平原之出路。至三江營及瓜洲則與長江通航，舉凡雲貴四川湖南湖北江西安徽之腹地，均可與運河相溝通。更南則運河穿行太湖流域以達杭州，爲吾國現在生產最發達之區域。渡錢塘江而南，則錢塘江浦陽江曹娥江奉化江各流域之物產，可以直達運河。故在運河未整理以前，各水道系統有如一盤散珠，惟有運河方能勝穿珠絲線之責任。故爲聯絡生產區域計，運河有整理之價值。

（三）發展本國航業　吾國南北貨運經由平漢津浦兩鐵路者尚居少數，其多數均由沿海輪船爲之載運。惜自江寧條約訂立以來，各國船舶可以航行吾國領海，現在沿海航運幾盡爲英法日三國所操縱。雖有招商局之努力而欲挽回已失之主權，實非整理運河不可蓋運河所經，純爲內地，且係人工所闢之河道，國家主權，尚係金甌無缺，將來完成以後，可使往來船舶純粹以國人經營者爲限。故爲復興本國航業計亦有整理運河之價值。至於運河裨益國防，人所易曉，故不具論。

欲討論運河之整理計畫，應先一述運河過去之歷史。運河之起原，遠在春秋之末，時吳國崛起於東南，其轄境北至廢黃河，南至錢塘江，吳子壽夢欲稱霸中原，屢與齊楚大國相報聘，其往來均沿江泝淮路極迂屈。及夫差繼立，乃於廣陵築城駐軍，並掘邗溝以通軍旅，爲征服齊國北窺中國之準備，此爲運河之起始。邗溝南起廣陵長江，北至淮安末口，中間經過多數湖泊，故其路線並不矢直惟較海道稍近。且因經行湖中，風浪甚大，故後代屢有改建工程。邗溝情形與今之裏運河頗多不同之點。其最重要者，邗溝水流以天長儀徵一帶之水爲源，故其流向乃由南而北，在唐人游記中尚可見此記載，故淮安北門外入淮之處建有北辰堰以限之，又在邵伯有邵伯埭以限制其水洩入長江。此種情形，直至金元黃河南遷以後而完全改變也。

邗溝以後，至隋代北有永濟渠南有江南運河之鑿。南宋時又有西興至曹娥江運河之鑿。金代乃於高梁河設閘壩以通北平至通縣之航運，其南並接通白河以至天津。元代先於濟寧至徐州開濟州河，元世祖時又將此河自濟寧向北延至東平，繼又自東平開新河經聊城，臨清以達衛河，設閘壩二十九座，以節水流，稱爲閘河。同時又將天津至通縣之河道，重加修築，名之曰通惠河。自此以後，浙西之漕可以自江南運河越江入裏運河，至淸江浦入淮河黃河，至徐州循閘河至臨淸入衛河至天津，由天津循白河至通州，再由通州循通惠河至北平城北之積水潭，南北運河遂打成一片，錢塘江以南則始終未嘗打通，貨運必需換船起卸也。

明淸兩代，因黃河屢屢決口，運河屢被阻塞，乃將運道向東移至較高之地，今山東南陽鎮以下，以至楊莊一段運河，皆明淸兩代改道之結果。運河本經徐州，改道以後，遂不再經過。

前淸咸豐五年，黃河北遷於壽張張秋鎮，穿運而過，爲運河生命史上一大刼。蓋自明代以來，於汶水之上築戴村壩，使低水時期之汶水，流至南旺鎮，南北分流，北流者經張秋聊城以至臨淸。黃河穿運以後，汶水北流者均與黃河合流入海，致張秋至臨淸之運河，爲之乾涸。光緒間於陶城埠改闢一部分之新河，引用黃河水以資接濟，然因黃河水濁不久即淤墊，光緒末年漕運停止，於是運河遂無人過問，南北分成數段，節節淺阻矣。

以現狀而論，自北平至通縣河道猶存，而船舶則已絕跡。自通縣至天津，河道淤淺之處甚多，航業衰敗殊甚。自天津至臨淸，因河南物產恃此行銷天津，故尙有若干帆運。自臨淸至黃河及黃河至南旺鎮，則因閘壩廢圮，且無水接濟，以致完全乾涸，自南旺至韓莊，則因洩水不暢，湖泊甚多，故大水時船舶經行湖中：以維持局部交通，水小時亦隨處淤淺。自韓莊至楊莊，則因微山湖之挹注，尙有涓滴水流，但較大之舟，亦難行駛。自淸江以南以至杭州，則大水時可以通行一百噸之貨船，小水時則減少五成或七成，錢塘江以南情形，與江南相仿，但寧紹之船無法飛渡錢塘以入江南運河也。

本會成立以來，已向各合作機關徵集工程設計資料，並由本會總工程師實地查勘，擬訂初步工程計畫　全部運河擬按天然界限分成八段，逐段加以研究。八段之次序爲平津，津黃，黃淮，淮江，鎭蘇，蘇杭，紹興，寧波。平津段原爲通惠河與白河，津黃爲衛河與會通河之一部分，黃

淮段爲汶河泗河泇河中運河，淮江段爲淮河之旁支即裏運河是也，鎮蘇蘇杭二段均爲隋代江南運河之一部，紹興段爲南宋之紹興運河，甯波段爲甬江之一部分。現已有初步計畫者爲平津段，津黃段之臨清至黃河部分，及江南之鎮蘇段，淮江段已包括在導淮計畫之內，現已準備施工，故無須重作規畫也。

全部運河設計之方針，現已有相當之決定，即視貨運之需要，分爲通行四百噸與九百噸船二種，一切建築亦隨需要而定。又爲發揮運河之價值計，力使運河與通商口岸相連絡，北部當以天津爲海口，中部當以灌河口爲海口，南部當以上海及東方大港爲其海口。

初步計畫規定後，均分送各合作機關簽注意見，以收集思廣益之效。各計畫內容，概況略述于次：

平津段，長約一百四十公里，起自北平之東便門，南迄天津之海河，因平津水面相差三十三公尺，故需建設船閘五座。自北平至通縣，其路線係遵通惠河故道，通縣至楊村，則遵港溝及鳳河故道，自楊村至天津，則遵北運河故道。自北平至楊村，水源問題尚未解決，故暫定利用北平電車公司通縣電廠夜間所發之電，汲取北運河水以接濟之。自楊村以下至天津，則利用北運河水自然流入。將來之水源問題，正在考慮者，爲引用永定河，擴充玉泉山水，及引用溫楡河水三種。其中比較有希望者，爲引用永定河水一事，惟資料未完備，不能作定論耳，估計經費爲一百四十六萬餘。

臨清至黃河間通航計畫，係因本年三月間山東建設廳正擬徵用民工疏浚此段運河，故在實地視察以後，即行擬成，以免所施工程日後廢棄耳。路線均按運河原有路綫，長凡一百二十公里，共需土工四百四十餘萬立方公尺，暨建築費五萬元。土方以每立方公尺一角二分計，共值約五十八萬元，惟山東省徵用民工，全部免費，故此項通航計畫，僅需現金五萬元，不久當可完成矣。

鎮蘇段運河西起鎮江，東迄蘇州與吳淞江相連通。此段運河中，以鎮江至無錫間河底較高，故在低水時期，長江水落不能灌入，而太湖低水亦不能漑及無錫以上，以致鎮錫之間，水淺見底，舟楫阻斷。今擬恢復丹陽練湖儲蓄長驪諸山之水，以供旱時之用，如仍不足，則借用戚墅堰電力汲取太湖水及江水以補助之，於鎮江及無錫各建船閘一座，以節水量，共計長度約一百八十公里，需欵一百五十萬元，目下江蘇建設廳已擬於今冬徵用民夫先行恢

復練湖圍隄，此亦整理本段運河之必要工作也。

導淮委員會已在建築邵伯淮陰劉老澗三船閘，洪澤湖口活動壩亦在籌備建築。此項閘壩完工後，淮陰至長江段重要工程，業已大體完成，可以通行鉅舶，又劉老澗船閘完成後，黃淮段自隴海路運河站至淮陰，亦有深通之水道。當民國九十年間，山東籌備整理運河進行甚急，聘請美國名工程師費理門，李伯來，衛根，來華設計測量，並向美國廣益公司借款美金六百萬元，以充工程費。其後計畫告成，因江蘇河北均不與合作，以致向南不能通至長江，向北不能通至天津，局部整理利益未宏，以致業已簽字之借款中途止付。當初在事人員，咸以江蘇境內運河遲遲不即辦理爲憾事，豈知十餘年後，形勢完全與昔相反，江蘇部分已由導淮委員會着手辦理，而魯省反在其後，當初參與其事者，當亦爲之失笑。惟目前全部運河所經各機關能不分疆界共同合作，則不能不謂爲民國以來，所僅有之好現象也。

平津間通航計畫初步報告

汪胡楨

一、水源問題

北平至通縣間之水道，古名高梁水，爲北平平原宣洩雨水之一道。以平通地面，傾斜甚鉅，故盈涸無常。金代都燕，始建牐通舟，然制作不良，水易漏洩，故仍從事於陸輓。元世祖時，因郭守敬建言導淸河上自昌平縣白浮村引神山泉及楡河一畝泉玉泉入之，並視地形建牐，漕舟乃通，賜名通惠河。其後閘壞河廢，明成化間始復通之，然昌平三泉俱因捍隔未引，所引者僅西湖一泉，即今玉泉山水是也。自明迄淸，通惠河水源均惟玉泉是賴，據北平市政府之測量，玉泉山水，祗每秒二立方公尺，而耗於水田及蒸發者居其大半，不足以應通航所需。今比較有接濟水量之可能者，蓋有三途、(一)引用永定河水(二)引用溫楡河水(三)擴充玉泉水量。

關於引用永定河水問題，歷代屢加嘗試，或以河水過濁，渠道淤塞而廢，或以水位過高，恐其倒灌燕京而塞。然自近年華洋義賑會在石景山開渠灌漑，其田間餘水已由北平護城河流歸通惠。因其穿行田間，沙泥多一沉澱機會，故流歸通惠河者含淤量較少，則河水過濁之病，亦非不治之症。近代建築進步，昔時所虞河水居高臨下，發生危險者，今已可以人力節制，則倒灌之懼亦不成問題，故引用永定河水，頗有進而研究之價值也。

引用溫楡河水。元代郭守敬既啓其端，則從而恢復其遺制本非甚難。惟郭氏建言，曾否實踐，亦至可疑。明實錄載，成化七年，命戶部尙書楊鼎，工部侍郎喬毅，相度奏稱，白浮一畝三里河草橋金口諸水，皆不可引導。(白浮一畝皆入溫楡河)顧炎武昌平山水記亦云，神山白浮皆在昌平州東南，地勢西高東下，守敬乃能引之而西是不可曉，今此部分地形尙未經人測量，故溫楡河水源能否引用，姑以存疑可耳。

擴充玉泉水量之議，發諸北平市政府，即利用鑿井隧道方法，以暢泉流。考葉良輔西山地質誌，玉泉山地質屬于奧陶紀上震旦層，此種地層傳佈甚廣，露出地面處亦屬不少。故疏通泉路，以增加水量，亦有相當之可能性。惟非經實驗難加臆斷耳。

以上三種水源，在目前測量及實驗資料未備之時，不能肯定爲航運水量所從出，故初步計畫，於北平至鳳河之一段，假定利用機器汲水以爲挹注。他日三者之中苟能解決其一，而其工費確較機器汲水爲經濟，則隨時可以採用之也。

自鳳河以下則有北運河水可以引用，水量問題較易解決。

二、工程計畫

(1)運河路線　本段運河自北平東便門起，循通惠河東向至通縣西關迤北與通縣護城河相接，環通縣縣城西南至東南角入港溝，循港溝而南，略予裁直以達鳳河。更循鳳河至大南宮。乃就平地開渠逕達楊村與北運河相接。更循北運河東南行至天津入海河。

按以上所定路線，自北平東便門至通縣西關，均循通惠河故道。因通縣至蔡村間之北運河，河床寬度逾恒以致流勢散漫，舟行維艱，即能藉閘壩以增加河水深度。然築堤導河，及活動壩之費用，實至鉅至昂。又此段河流，土質鬆浮　自昔改道最烈，故爲經濟及安全計，以取道港溝鳳河爲便。至大南宮以下鳳河漸折而西，且與永定河泛濫區域漸近，故於此就平地向東南開渠，長約十公里，至楊村市街之北首與北運河相接。自楊村以下至天津，則均循北運河河道。

(2)船閘　自北平東便門至天津間之運渠，水位相差三十三公尺，故設船閘五座，以調劑之。其地址高度設定如下：

船閘名稱	地址	里程 自北平東便門起算以公里計	閘上水位 公尺	閘下水位 公尺	水位差 公尺
郊亭閘	高碑店下游一公里花園閘村之西南	九、三七	三三、〇	二六、〇	七、〇
通縣閘	通縣舊城南關	二一、五	二六、〇	一九、〇	七、〇
柏莊閘	漷縣東南約八公里	四九、〇	一九、〇	一二、〇	七、〇
鳳河閘	武清縣東北約七公里港溝入鳳河口迤上約一公里	七〇、〇	一二、〇	最高八、〇 最低五、〇	七、〇
西沽閘	天津西沽北洋大學	一三九、五	最高六、五 最低五、〇	最高四、八六 最低〇、〇〇	六、五

按郊亭通縣柏莊鳳河四閘，俱無洪水經過，故鳳河閘以上無更高水位。惟鳳河閘以下至西沽閘以上，有北運河水注入，其水位即受北運河之支配。但北運河未經治導，其水位情形，當與以前相同。據前順直水利委員會之測驗，歷年水位以民六爲最高，計在楊村附近爲八、〇公尺，屈家店附近爲七、五公尺，西沽附近爲六、五公尺。鳳河閘下游水位受北運河洪水位倒漾之影響，故最高水位亦擬定爲八、〇公尺。

又據海河工程局之記載，天津海河之最高水位爲十六英尺(民國三年)最低水位爲〇、三英尺。因其最高水位仍較閘上游最低水位爲低，故船閘仍爲單向也。

爲節省船閘用水量及建築費計，故船閘尺寸採用較小者，即閘廂闊十公尺，不碍距離長五十公尺，閘檻水深度三公尺。按前整理海河委員會在屈家店所建船閘門口寬祇八公尺，較上項規定小二公尺。又該閘閘牆爲斜坡式,岸坡爲一比二,底高爲一、三公尺，若閘廂水位達五公尺規定數處，其面寬爲二五、八公尺。深三公尺處寬一三、八公尺，亦較本計畫之運河橫剖面爲小，對於行船，略有妨礙。惟尙幸其閘檻高度爲一、八公尺，在本計畫實行以後，檻上水深度有三、二公尺，超過規定之數，故對於舟楫，不致完全阻塞，故目前似可無需加以改造也。

(3)活動壩　郊亭通縣柏莊鳳河四閘，均無洪水加入，故閘旁無需建設活動壩，偶有就地雨水，則有船壩涵洞可資宣洩，亦無漫溢之虞。惟西沽船閘以上，因有北運河洪水量加入，故必須於閘旁另建活動壩以宣洩之。按自蘇莊洩水閘完成以後，潮白河洪水量大部分由箭桿河流入薊運，其自北運河本身流下者，以每秒六百立方公尺爲限。溫榆河於通縣之北關滙歸北運。據前順直水利委員會之估計，其最大洪水量爲每秒六百立方公尺。故不幸兩河洪水峯同時相遇，其洪水量爲一千二百立方公尺。通惠河洪水量，據順直水利委員會之估計爲一百立方公尺，但此河上游來源無多，苟無永定河潰决之患，實無甚洪水可言。姑以此數爲準，則北運最大洪水量爲一千三百秒立方公尺，此水量經青龍灣筐兒港兩減河爲之洩瀉，故到達西沽船閘時，洪水量所餘無幾。且所有洪水量均須經過屈家店節制閘，故西沽閘旁所建活動壩，其洩水面積亦可與屈家店節制閘相等。

查前整理海河委員會在屈家店所建北

運河節制閘，計有六孔，每孔淨寬五、八公尺，全長計四十四公尺。在最高水位時用以宣洩每秒二百立方公尺之洪水以入海河，西沽活動壩，亦可同樣設置也。

（4）運河橫剖面　本段運河因水源稀少，且港溝鳳河橫剖面本不甚鉅，大南宮以下並有十公里之新渠，為節省水量及土工起見，故將運河橫剖面量為減小，即底寬十六公尺水深三公尺，岸坡一比二，堤頂寬三公尺，堤坡一比三，堤頂高出水位一公尺。在船閘上下游各半公里以內，河底寬度增為三十二公尺以便泊船。北平東便門附近因係運河之終點，泊船時間較久，故特設船塘子一個，計長一百五十公尺寬三十公尺，附于運河左岸，用四十五度角斜線逐漸退縮至與標準剖面相合，預計此塘可以停泊最大之船二十餘艘。

運河橫剖面，因舟楫大小而定。目下北運河內最大船舶長度以三十公尺為限，寬度以四、六公尺為限，最大吃水量為一、三公尺，故本計畫實行以後，此等船舶來往通行了無困難，且因北運船舶，十分之九為對槽船，前後兩截可以拆卸，故回空之時亦不難迴旋也。本計畫實行以後，可以通行之最大船舶長度為三十公尺，寬度為六公尺，吃水量為二公尺，載重量可達二百七十噸。約抵現有者之三倍。

（5）運河縱剖面　本段運河自北平東便門起至鳳河閘止，因無洪水量之加入，故純粹為運河性質。茲定堤頂高度均較規定水位高出一公尺，鳳河閘以下至滙入海河之處止，則設定隄頂高度較紀錄上最高水位高出一公尺，以防萬一。實則紀錄高度係以民國六年為最高，自民國十四年蘇莊節制閘完成以後，此河洪水情形較昔大減矣。

本段運河土方估計，根據不一。自北平東便門至通縣護城河，係根據前順直水利委員會民國十六年五月所測通惠河橫剖面，其縱綫比例為一百分之一，橫線比例為二千分之一，在下游北運河部分，係根據該會所製北運河縱剖面圖，其縱線比例為二百分一，橫線比例為十萬分一，港溝鳳河及新闢部分，因無河道測量，故根據該會民國十六年所印五萬分一地形圖。

估計結果，計開挖土方共為8,940,000立方公尺，取土築隄土方為1,728,000立方公尺，加碱築隄之土方為1,649,000立方公尺。

三、水量估計

本段運河所需水量，可分為四項，即水面蒸發損失，渠身滲漏，船閘用水，及

船閘漏水是也。目下上游水源，尚未計畫整理，故祗石景山灌溉區之灑水及玉泉山水之餘瀝二者，其量僅及四分之一秒立方公尺而已。來水量與需水量間之差額爲淨需水量。不得不藉汲水機器自下游取水以供上游之用。此項汲水機器擬設二座，其一在郊亭閘，以供給北平東便門至郊亭閘間運道之用。其二在通縣，以供給北平至通縣及通縣至鳳河閘間運道之用。蒸發損失係根據北平研究院測候所之蒸發量及降水量記載(自民國三年至二十二年)擇取各月份之最大數與運渠水面面積相乘而得，渠身滲漏係假定每公里每日滲漏六三四〇立方公尺。船閘放水量係按每日開放十五次計算，船閘漏水量係將閘門漏縫及洩水涵洞分別計算而得，其結果如下表：

表一　郊亭閘以上之需水量(每日立方公尺數)

月份	蒸發損失	渠身滲漏	船閘用水	船閘漏水	共計	上游來水	淨需水量
1	冰凍	—	—	—	—	—	—
2	” ”	—	—	—	—	—	—
3	2,280	5,940	52,500	42,300	103,020	21,600	81,420
4	5,250	”	”	”	105,990	”	84,390
5	6,600	”	”	”	107,340	”	85,740
6	6,200	”	”	”	106,940	”	85,340
7	4,500	”	”	”	105,240	”	83,640
8	3,820	”	”	”	104,560	”	82,960
9	4,050	”	”	”	104,790	”	83,190
10	3,760	”	”	”	104,500	”	82,900
11	2,790	”	”	”	103,530	”	81,930
12	1,140	”	”	”	101,880	”	80,280

表二　北平至鳳河閘間之需水量(每日立方公尺數)

月份	蒸發損失	渠身滲漏	船閘用水	船閘漏水	共計	上游來水	淨需水量

1	冰　凍	——	——	——	——	——	——
2	,,　,,	——	——	——	——	——	——
3	13,080	44,380	52,500	42,300	152,260	21,600	130,660
4	30,080	,,	,,	,,	169,260	,,	147,660
5	37,930	,,	,,	,,	177,110	,,	155,510
6	35,640	,,	,,	,,	174,820	,,	153,220
7	25,830	,,	,,	,,	165,010	,,	143,410
8	21,910	,,	,,	,,	161,090	,,	139,490
9	23,220	,,	,,	,,	162,400	,,	140,800
10	21,580	,,	,,	,,	160,760	,,	139,160
11	16,020	,,	,,	,,	155,200	,,	133,600
12	6,540	,,	,,	,,	145,720	,,	124,120

於此二表，可見需水量以五月份爲最多，十二月份爲最少。其差額第一表爲百分之六，第二表爲百分之二十五。

此項需水量，在其他水量供給計畫未決定以前，擬用電力汲水機以供給之。北平電車公司在通縣設有電力廠，可利用晚間用電量低減時間，以爲汲水之助，對於電車公司既有額外收入，對於運河亦可得廉價之電力誠一舉兩得也。（按北平電車公司發電共爲三一〇〇KW）

茲將郊亭通縣二汲水站，所需設備及用電量等，列表如次：

站名	每日供給水量	每分鐘汲水量	水位升高數	採用電力馬達	採用抽水機	抽水機價值	馬達價值	廠房及其他設備	共計
郊亭	85,740 m^3	89.5 m^3	7 m	13H.P.與180H.P.各一部	十八吋廿四吋抽水機各一座	元 6,000	元 12,000	元 15,000	元 33,080
通縣	155,510 m^3	161.0 m^3	8 m	200H.P.三部	廿四吋抽水機三座	11,000	14,000	20,000	45,000

四、工程費之估計

本計畫所需工程費用，估計如左表：

名稱	數量	單價	共價	備註
郊亭船閘	一座		450,000元	運輸較難
通縣船閘	一座		450,000元	„ „
柏莊船閘	一座		450,000元	„ „
鳳河船閘	一座		400,000元	大水時可通水運
西沽船閘	一座		350,000元	交通甚便
西沽活動壩	一座		400,000元	„ „
開挖土方	8,940,000立方公尺	0.15元	1,341,000元	
取土築隄土方	1,728,000立方公尺	0.15元	259,200元	
加硪築隄土方	1,649,000立方公尺	0.05元	82,450元	
開闢新河購地費	1020市畝	30.00元	30,600元	
通縣汲水機廠	一座		45,000元	
郊亭汲水機廠	一座		33,000元	
改建汽車路橋	四座	8,000元	32,000元	
改建鐵路橋	二座	20,000元	40,000元	
工程管理費	10%		436,000元	
共計			4,799,250元	

五、每年維持費之估計

每年維持費中，以汲水所用電費為大宗，此數因逐月蒸發損失之水量不一，故其數亦非一致。茲將各月用電數計算如下：

月份	郊亭閘				通縣閘				共計用電量
	每日用水量 m^3	每日工作時間 Hr.	汲水高度 m.	全月用電量 KW.H.	每日用水量 m^3	每日工作時間 Hr.	汲水高度 m.	全月用電量 KW.H.	Kw.H.
正月	冰凍停航								
二月	仝上								
三月	81,420	14.35	7.61	91,100	130,660	12.77	7.88	149,100	240,200
四月	84,390	14.86	7.61	91,200	147,661	14.44	7.95	164,400	255,600
五月	85,740	15.10	7.61	96,100	155,510	15.20	8.05	181,000	271,100
六月	85,340	15.04	7.61	92,700	153,220	15.00	8.00	172,200	264,900
七月	83,640	14.74	7.61	93,600	143,410	14.04	7.57	157,200	250,800
八月	82,960	14.61	7.61	93,000	139,491	13.67	7.32	147,900	240,900
九月	83,190	14.66	7.61	90,300	140,800	13.78	7.59	150,000	240,300
十月	82,900	14.60	7.61	93,000	139,100	13.63	7.69	155,000	248,000
十一月	81,930	14.43	7.61	88,800	133,600	13.07	7.67	144,000	232,800
十二月上半月	80,280	14.15	7.61	43,500	124,120	12.15	7.76	67,500	111,000
十二月下半月	冰凍停航								
全年共計				873,300				1,488,300	2,361,600

以上計算係根據蒸發最大之月份以期安全。

此外全段應設主任一人，機匠二人，每閘應設管理員一人，閘工十人。每年維持費之預算如下：

全段管理主任一人	月支	200.00元	每年	2,400.00元
各閘管理員五人	月支	500.00元	每年	6,000.00元
機匠二人	月支	100.00元	每年	1,200.00元

閘工五十人	月支	600.00元	每年	7,200.00元
辦公費	月支	400.00元	每年	4,800.00元
電費	共計	2.361.600Kw.H 每Kw.H三分計	每年	70,850.00元
修理費			每年	50,000.00元
共計				142,450.00元

六、貨運收入之預測

北平至通縣間之水道，自漕運停廢以後，舟楫卽日漸稀少，卒至絕跡，河中不見帆檣往來者，迄今蓋已三十餘年矣。通縣至天津間，因維持通縣寶坻密雲武淸諸縣產銷貨物之故，尙通舟楫。但其性質限於局部運輸。故以事實上言，平津水道交通已完全停止，而盡爲北寧鐵路所奪。今欲整理此段運河，其情形與創闢新運河無異，貨物之測算，旣不能與漕運時代相提並論。亦不能以目前河北省北運河航運情形爲根據。

北平天津等地物產，及每年運出之數量，鐵路統計中雖有零星之記載，然亦無法用以推算運河整理以後之貨運數。惟水運與陸運同時存在時，其運輸量之比例，各國尙有統計可考，茲錄如次。

國別	年份	運貨量(以一百萬延噸公里計)		水運所佔成數
		鐵路	水運	
德國	1885	16,600	4,800	22.5%
德國	1905	14,000	5,000	25.5%
法國	1905	17,676	5,085	22.4%
比國	1905	65,310	53,345	44.6%
美國	1880	19,200	4,500	19.0%

水運所佔成數，在粗重貨物較多之國，恆比精細貨物較多之國爲鉅。蓋惟粗重貨物之運輸，以廉價爲前提，而傾向於水運也。今平津間運河所經之處，均屬農業區域，其輸出品當以農產物爲大宗，消費品當以米糧木料煤斤洋油烟草等物爲大宗，皆以水運爲合宜。故運河整理以後，至少可佔全部貨運之三分之一。

茲將北甯鐵路民國二十一年以後之貨運數，列表於后。按北寧路所運貨物，以來自山海關外者爲多，自九一八以後，關外段貨運暫停，故表中所列數目均關內之貨運也。

年	月	載運貨物噸數
民國二十一年	一月	750,462
	二月	568,102
	三月	754,922
	四月	692,003
	五月	697,767
	六月	641,166
	七月	623,850
	八月	548,479
	九月	561,156
	十月	598,429
	十一月	602,288
	十二月	619,629
共	計	7,658,253
民國二十二年	一月	425,650
	二月	502,980
	三月	698,340
	四月	618,480
	五月	305,290

六月	193,930
七月	232,210
共　計	2,976,880
全　年　預　測	5,000,000

又按平津段，約佔冀內北甯路里程之十分之三，故將來運河整理以後，水運貨物當佔上項數字之百分之十一，即約得八十萬噸，假定其運程約佔全程之半，則全年運河貨運數約爲五六、〇〇〇、〇〇〇延噸公里。若每延噸公里取運河使用費五厘，即得二十八萬元。

運河整理以後，因運費低廉之故，輸出入貨物必隨以增加。其增進率雖未能預測，然必逐年增進可以無疑。故本計畫在利潤上，並不爲優厚，但爲發展華北生產計，則頗有舉辦之價值也。

七、附言

以上所述，僅爲平津間通航計畫之初步研究，因時日忽促，設計所需之資料尚未能充分搜集，其中尤爲重要者，開列於後。

(1)最經濟之水源問題

(2)運河路綫之縱橫剖面測量用以詳細計算所需之土方

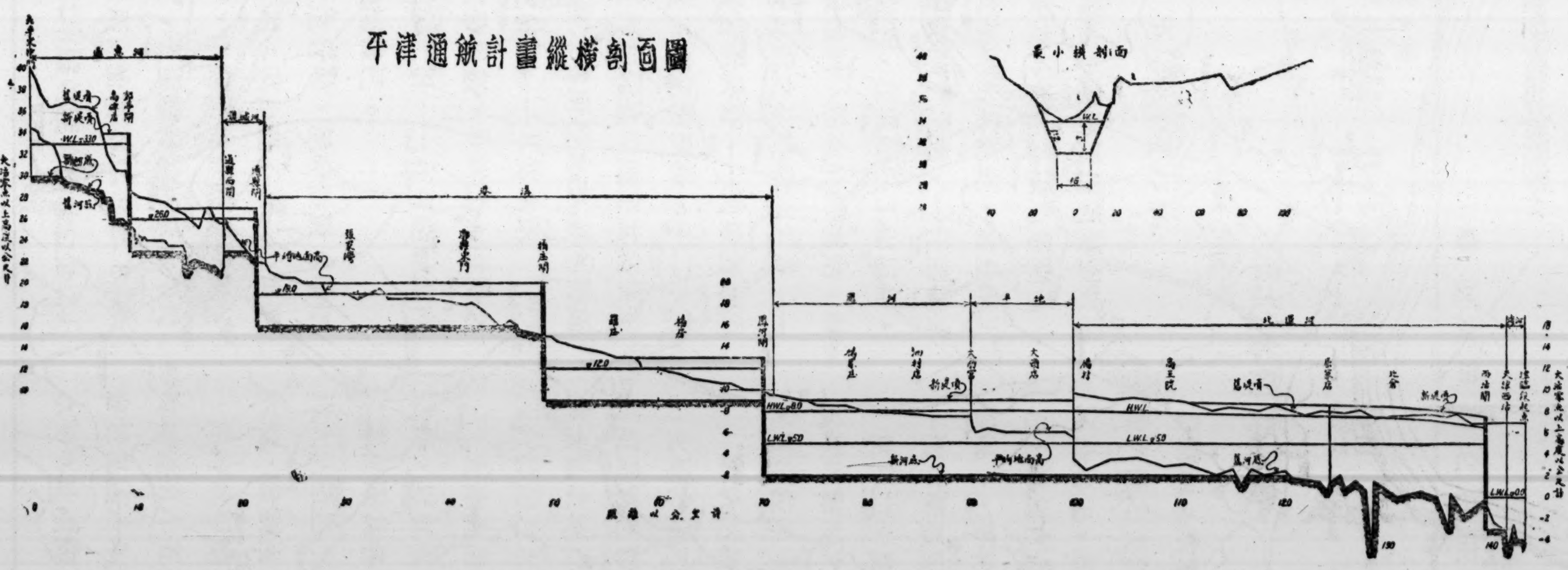
(3)船閘及活動壩汲水機廠橋梁之設計與估算

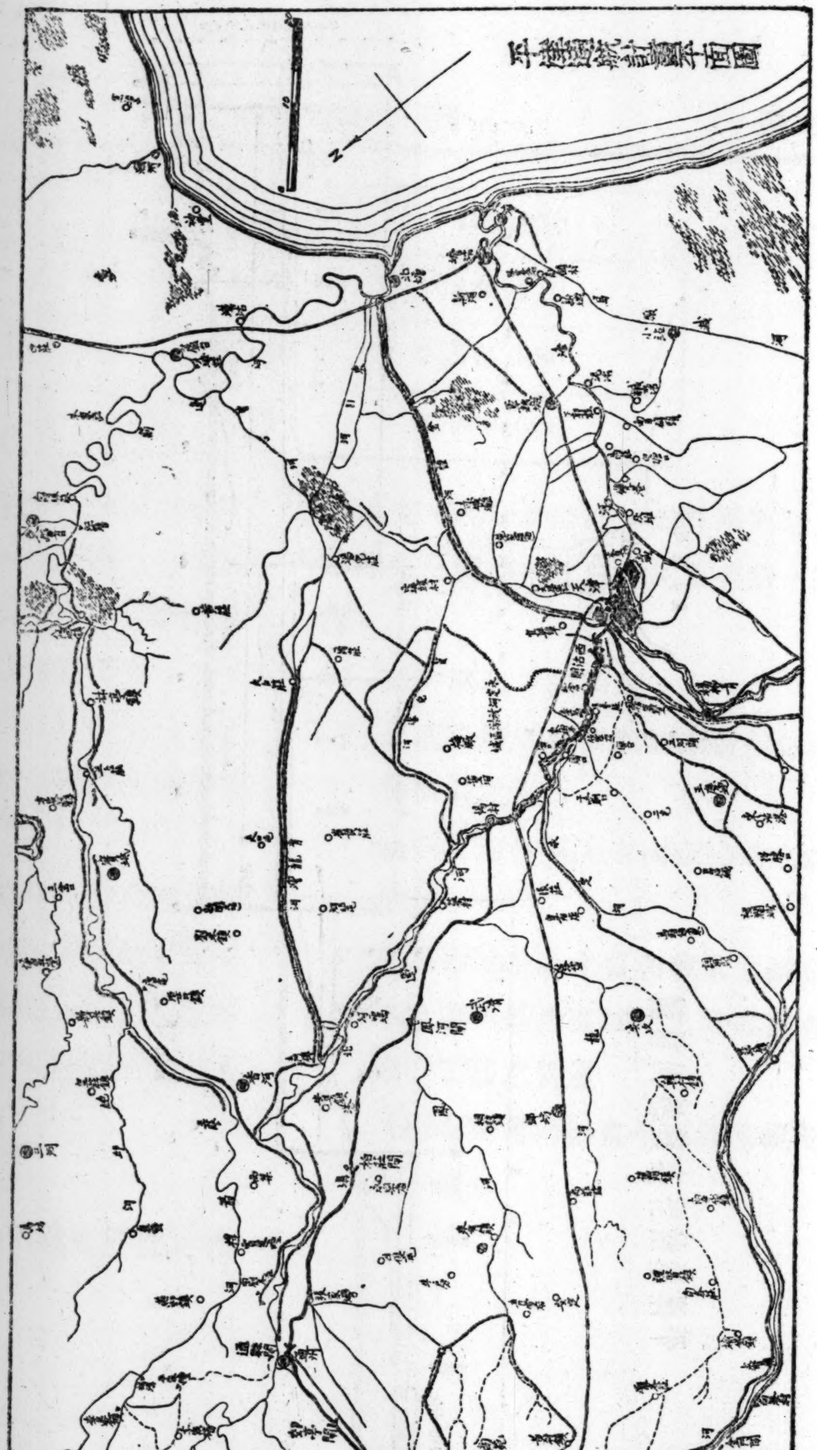
(4)建築物地址之土質與載重力試驗

(5)本段運河產銷區域內之貨品調查以預測完工後之貨運

(附本段運河計畫平面圖及縱剖面圖各一張)

平津通航計畫縱横剖面圖





華北水準網之校正

華北水利委員會

一、水準測量方法

本會除有時初步勘測採用氣壓法以測定兩地間之高度差外。在各項地形測量，悉使用水準儀直接測定其高差，當分配工作時，以二人專任測定水平，一任導線水平，一任校對水平，在導線班工作以後，司水平者即沿綫推進，所有經緯儀站，計里樁，及坡度變易處之高度悉測定之——前者至公釐，後者至公分——司校對水平者隨之推進。惟不必定沿測綫，于二水準標點間，得取任何短捷途徑測定其高度差，以資比較，惟二者所得之差異不得過 $E=.007\sqrt{K}$ 之範圍——K為水準標點距離之公里數，E為二人所得之高度差之較數以公尺計——在可能範圍內務使其不出此限而後已。

當水平測量進行時，隨時設置水準標點，以為後日之用，其距離不過一公里半，有時為便利計，中間亦加設臨時標點，此等水準標點上，皆深鑿符號指示水平尺之放置處，其傍用紅油標 N.C.R.C.B.M. No——字樣，其所鑿符號亦塗抹紅油，以資識別，水準標點之設置，皆在於比較有永久性之天然或建築物上，如岩石，房屋之基石上，橋樑之墩岸，以及較大之坟墓石上皆為良好之場所，有時用大釘釘入大樹根上，亦作為水準標點，記載簿上，每一個水準標點之高度及位置，悉詳細記入，更以二十萬分之一比例尺製一草圖，其相當標點間之高度差及其約略公里數記入為日後校準水準網之用。

5. 大沽標準水平面　海河工程局於大沽北砲台處，觀測潮汐漲落之最低水面之高度為零是即大沽標準水平面(T.D.)并假定大沽北砲台處尋常高潮 (Spring tida) 所有該局之水準標點，悉由此計算。

天津大沽間精確水準測量　本會工作之初，以紅橋北墩海河工程局第三十一號水準標點為各測綫高度之起點，故本會亦以大沽標準水平面為標準水平面，惟當民六時，督辦河工處測量局曾於大沽西沽間，施行水平測量，結果與海河工程局之高度相差有十五公分之鉅，故為精確計，本會於民國八年於此兩點間，重行施測精確水平，此項測量，其特點如下。

(1) 全綫沿北寧路前進

(2) 以道釘爲連續點 (Turning poinf)，當火車經過後之短時間，暫時停止工作，以俟鐵軌之完全安定。

(3) 水平鏡內之視距綫之讀數悉行記下。

(4) 前後向水平尺讀數悉行記下以後，將儀器略爲移動，再測讀另一組之讀數，以資比較，惟其前後向讀數之次序顛倒之。

(5) 水平推進，僅於折光在尋常狀態時，并於無特殊熱流空氣足以妨礙尺上讀數時行之。

(6) 同時施行相似之較對水平測量，以資核對。

是以連同測量局所測，全綫計有三個數值，而其精確率各個不同，今令其權數如下。

精確水平二次讀數之平均數其權爲……………………………3

較對水平其權爲……………………1

測量局之數值其權爲……………………1

以上所定之權數完全爲假定數。精確水平之權數所以定爲三者，以其施行測量時特別愼重，且所用儀器亦較爲優良，測量局水平係沿海河進行，而本會較對水平則沿北寧路，前者經過途徑較長故其數值雖爲二數之平均數，其精確率爲距離所影響，故定其與後者有同一之權數焉，其結果如下表。

表一、水平測量之結果

	權數(W)	量得之高差	含權之值	V	V^2	WV^2
本會精確水平測量	3	+0.0061	+0.0183	+0.0006	0.00000	0.00000
校對水平測量	1	+0.0480	+0.0480	+0.0425	0.00181	0.00181
測量局水平測量	1	−0.0390	−0.0390	−0.0445	0.00198	0.00198
共計	5		+0.0273			0.00397

$$\frac{+0.0273}{5}=+0.0055\text{含權中數}$$

$$\text{含權中數之或是舛誤}=\pm\sqrt{\frac{.455\sum WV^2)}{n(n-1)\sum W}}=\pm\sqrt{\frac{.455\times 00379}{3\times 2\times 5}}=\pm\sqrt{00005748}=\pm\cdot 008$$

其中$\sum WV^2=00379;\sum W=5;n=3$

此精確水準測量，兩端之標點，一端在天津之紅橋，一端在大沽之西沽閘上，後者之高度。據海河工程局之記載則爲 4.912 公尺，故紅橋之 B.M. 之高度應爲 4.912 +.0055 =4.9175公尺，此外各水準標點，悉由此起算，惟因其位置既不適宜，復有毀滅之虞，爰於民八之七月，另於津浦路白河鐵橋南墩設置一B.M.其間施行二次之精確水平測量，結果甚佳，其高度差爲 6.276公尺，故鐵路橋之B.M.高度爲 11.1935公尺，其後民十三紅橋爲急流冲毀，幸預留鐵路橋墩之B.M.故未受影響焉。

二、水準網之校正

水準測量之舛差　水準測量之舛差有三種(１)無律之舛差。(２)有律之舛差。(３)錯誤，而儀器之未正確不與焉。

無律舛差之差源，發生於下列諸事；水平尺上公厘數之悞讀，水平尺植立之未正確，水平尺放置處之不安定，凡此種種，胥屬人事，或多或少，或正或負，有時相抵銷，而不必其定相銷，凡無規律可循者胥屬之。

有律之舛差，其源亦不一，譬如儀器各部份受熱不同，與夫氣壓等之變動，即生差異，雖其規律不可知，而要爲一種有規律的則可斷言，其性質屬於積累的，不如無規律者能正負相抵也。

錯誤苟有存在，自易發現，惟有時如臨時標點之移動，或竟始終未能覺察，亦爲舛差之一種。

無律之舛差與錯誤，本會極力使其減少，務令其舛差不過於$E=0.007\sqrt{K}$，至有律之舛差則尙未能完全防止之，惟如採用不同之工作方法，例如二組水平測量對向推進，各於不同之氣候施測，而用其中數，則其舛差最少可相消其一部分，本會測隊每測量線之水平，原有二次，惟率皆同一方向，且時間亦無甚先後，則氣候及溫度等所生之影響亦復相似，即無由知其所生影響若何，此種舛差苟非在特殊境合，其結果屬累積的，惟其量不大，尙無若何影響可言。

本會初期測量，悉爲沿河道測量，俱附有水準測量，包含面積，北至潮白河上游，南至河南新鄉，東至大海，西界平漢鐵路，所有諸線，縱橫交錯，形成蛛網狀，嗣後雖復爲地形測量，皆以先前之網爲主幹，附圖一即示其大略途徑，附圖二即示諸水平測量線形成之水準網圖，計水準線九十，組成水準網形三十三個，每個水準網形之閉合差及其周界之約略公里數除如圖所示，玆更表於下。

表二：一

	閉合舛差	周界（以公里計）	容許舛差		閉合舛差	周界（以公里計）	容許舛差
1	−0.114	190.7	±0.097	18	+0.012	147.4	±0.085
2	−0.026	84.2	0.064	19	+0.010	197.0	0.098
3	+0.014	308.5	.123	20	+0.006	122.1	0.077
4	−0.027	96.7	.069	21	+0.116	478.3	0.153
5	−0.035	86.5	.065	22	−0.153	212.7	.102
6	−0.033	274.1	.116	23	+0.122	225.9	105
7	+0.025	141.7	.083	24	+0.044	88.2	066
8	+0.181	224.8	.105	25	−0.374	350.2	.131
9	−0.010	66.0	.057	26	+0.161	256.9	112
10	+0.044	62.8	.055	27	+0.137	114.5	075
11	+0.077	133.1	.081	28	+0.405	451.8	149
12	−0.152	168.0	.091	29	+0.059	271.2	115
13	+0.009	195.4	.099	30	−0.252	326.3	126
14	+0.042	217.5	.103	31	+0.017	189.8	096
15	−0.064	111.4	.074	32	+0.053	91.4	0.067
16	+0.278	349.5	.131	33	−0.192	405.6	0.141
17	−0.153	409.0	.142				

在第一水準網形內，依箭頭所示，各綫段間之高度差，次第相加如下；

+44.718−86.411−11.262−4.273−3.821=+105.653−105.767=−0.114

其總和爲 —0.114，爲此水準網形之閉合舛差，依此，其他各水準網形之閉合舛差悉以同一方法求之，其全形周圍之閉合差亦求得之，此數應爲各形閉合舛之和，如草圖所示，自線段 1 至26止依次順轉相加，其代數和爲 0.317m 而表中各形之閉合舛差之和亦爲0.317,是爲計算中第一步之較核也•

第三項爲各環道周界之約略公里數，第四項爲按 $E=.007\sqrt{K}$ 所計算之容許舛差•

定約方程　各線段間之水準測量，其精密度自各個不同，然以無法可斷定何者爲精密，何者爲不準確，故只得以線路之長短，定舛差爲大小，即長者其舛差爲大，而其權數爲小，即權數依線段之長爲反比例，今令 V_1 V_2 V_3 V_4…爲各線段之改正數，立其定約方程式爲下•

表三：一定約方程

1. $-V_{25}+V_{26}-V_{27}-V_{28}-V_{29}+V_{30}-0.114=0$
2. $V_{28}-V_{31}+V_{32}-0.026=0$
3. $V_{23}-V_{24}-V_{27}+V_{31}-33+0.014=0$
4. $V_{29}-V_{32}+V_{33}+V_{34}+V_{35}-0.027=0$
5. $V_1-V_{36}+V_{37}-0.035=0$
6. $-V_{30}-V_{35}+V_{36}+V_{38}-V_{39}+V_{40}+V_{41}-0.033=0$
7. $+V_{21}-V_{22}-V_{34}-V_{42}+0.025=0$
8. $V_2-V_{37}-V_{41}+V_{43}+V_{41}+0.181=0$
9. $-V_3-V_{44}+V_{45}-0.010=0$
10. $V_4-V_{45}+V_{46}+V_{17}+0.044=0$
11. $-V_5-V_{47}+V_{48}+0.077=0$
12. $-V_6-V_{49}+V_{50}-0.152=0$
13. $-V_{50}+V_{51}+V_{52}+0.009=0$
14. $-V_7-V_{52}+V_{55}+V_{59}-V_{60}+0.042=0$
15. $-V_{51}-V_{53}-V_{54}-V_{55}+V_{58}-0.064=0$
16. $-V_{40}-V_{43}-V_{46}-V_{48}+V_{49}+V_{53}+V_{54}+V_{57}+V_{61}+0.278=0$

17. $V_{39}-V_{61}+V_{56}+V_{66}+V_{67}-0.153=0$

18. $+V_{20}-V_{38}+V_{42}-V_{66}+V_{74}+0.012=0$

19. $-67-V_{74}-V_{75}+V_{86}+V_{88}+0.100=0$

20. $-V_{19}-V_{86}+V_{87}+0.006=0$

21 $V_{17}-V_{18}-V_{87}-V_{88}-V_{89}-V_{90}+0.116=0$

22 $-V_{68}+V_{75}-V_{76}+V_{89}-0.153=0$

23. $V_{16}-V_{69}+V_{76}-V_{77}-V_{79}+V_{90}+0.122=0$

24. $-V_{70}+V_{77}+V_{78}+0.044=0$

25. $-V_{56}-V_{62}+V_{65}+V_{68}+V_{69}+V_{70}+V_{71}+V_{72}-0.374=0$

26. $-V_{59}-V_{58}-V_{59}+V_{62}+V_{64}+0.161=0$

27. $V_{8}+V_{60}+V_{63}-V_{64}+0.137=0$

28. $-V_{9}-V_{63}-V_{65}+V_{73}+V_{82}+V_{84}+V_{85}+0.405=0$

29. $V_{15}-V_{71}\quad V_{78}+V_{79}-V_{80}+0.059=0$

30. $V_{14}-V_{72}\quad V_{73}+V_{80}-V_{81}-0.252=0$

31. $V_{13}+81-V_{82}+V_{83}+0.017=0$

32. $V_{12}-V_{83}-V_{84}+0.053=0$

33. $V_{11}+V_{10}-V_{85}-0.192=0$

副係數表，連同以上之定約觀察方程式及各V之權數，製成副係數表(表四)表內第一項爲各線段之號數；第二項1/p中P爲權數，而以權數爲距離之倒數，故1/p適爲距離之公里數；第三項至第三十五項，標明1至33爲三十三個水準網形號數；第三十六項EC 則爲自第三項起之和；又其次V（爲嗣後所填入）；又其次爲採用之V值；又其次爲V2之值。

標準方程式　由上表副係數方程式，製成標準方程式如下表，以1/p乘各項相乘之積而直行相加之，第一標準方程式爲

$$\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot1\cdot1\right)+\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot1\cdot2\right)+\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot1\cdot3\right)$$

$$+\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot1.3\right)+\cdots\cdots+\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot1\cdot n\right)+n_{1}$$

$$+\left[\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot1\cdot\Sigma c\right)+n_{1}\right]$$

第二標準程式爲

$$\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot2\cdot2\right)+\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot2\cdot3\right)+\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot2\right.$$

$$\left.\cdot4\right)+\cdots\cdots\cdots\Sigma\left(\frac{1}{P}\cdot2\cdot n\right)+n_{2}+\left[\Sigma\left(\frac{1}{P}\right.\right.$$

$\cdot 2 \cdot \sum c \Big) + n_2 \Big]$ 其他標準方程式亦以同法計算之列如下表，其中每式中所有在「主對角線項」之前悉略去以各項在行在列悉對于對角項爲等勢也，亦即每一對角線項以前諸項與其在表中在此項以上者悉相同如表中第四式其對角線項爲＋96.7在此以前之諸項之係數實爲—20.3，—27.6，—21.8與在此項以上之諸係數相同故爲省略計悉行略去。

其中每個括弧前符號$\sum$表示弧內各乘積之和，與表中$\sum n$及副係數表之$\sum c$皆有區別也。n則爲各定約方程式中之常數項。在上諸式中方弧內之數必適等于表中$\sum n$項，該項爲所在之列內1, 2, 3, ……n（諸同上文所逃之略去項而言）項之和，同時可證明該標準方程式之有否錯誤也，例如第一式方弧中之值。

$$\left[\sum\left(\frac{1}{P}\cdot 1\cdot \sum c\right)+n_1\right]=73.286$$

而本列各項相加190.7，—21.8，—21.2，—20.3，—54.0，—0.114亦爲73.286可證其無錯誤也，第二式中。

$$\left[\sum\left(\frac{1}{P}\cdot 2\cdot \sum c\right)+n_2\right]=0.026$$

而表中第二主要對角項爲＋84.2在其上者爲—21.8，其右者爲—34.8，—27.6，又其常數項爲—0.026諸項之和亦爲—0.026，其他各項可悉以同樣方法校核之。

一　標準方程之解釋；　爲便利計，各方程式之解釋，毋須依照序次，如第7式在6式以後，6式以後緊接18式而又接以5式，初不必拘于數字之序次也，其計算方法詳釋如下。

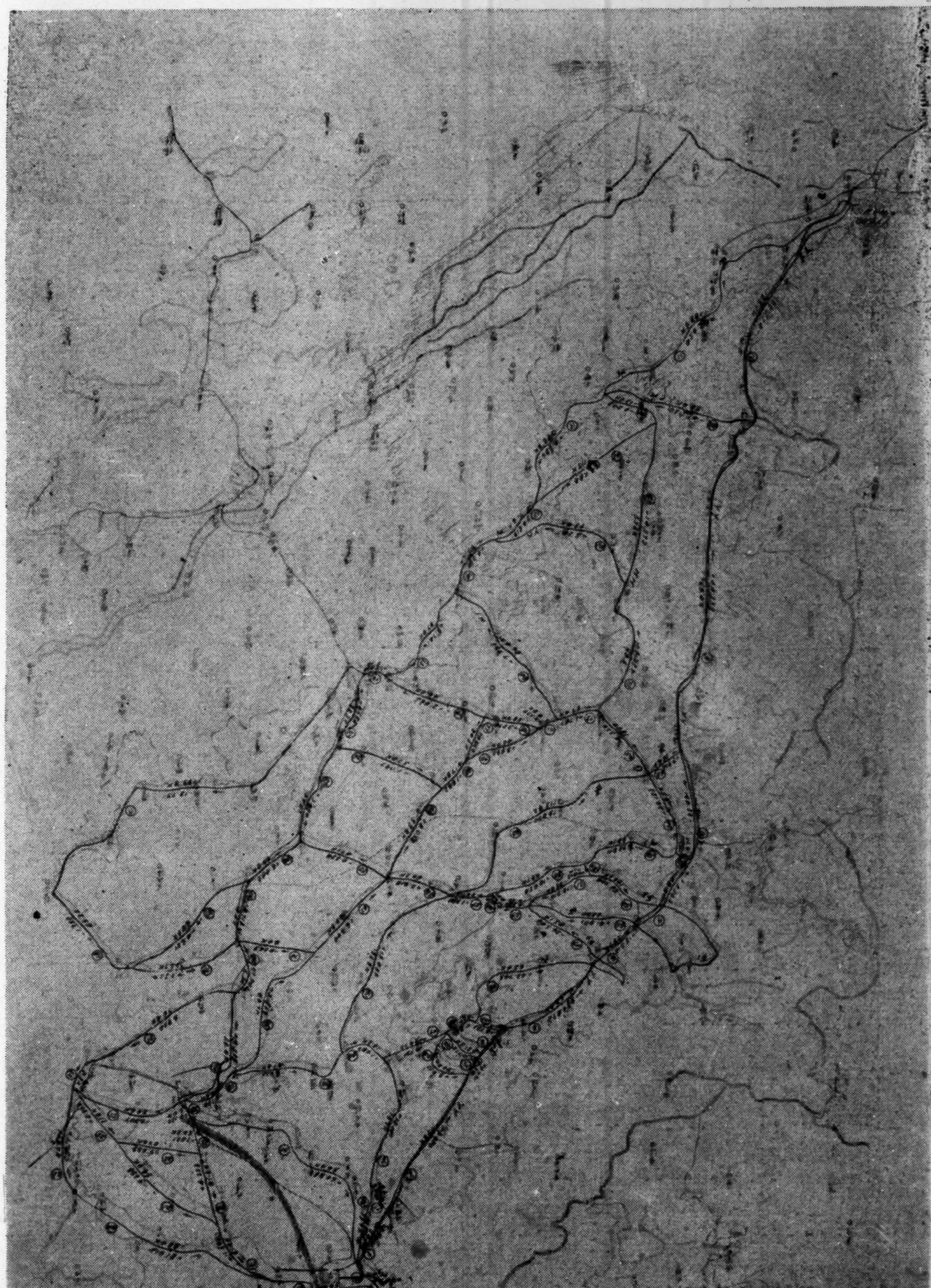
首將第一式各項平列之，以對角線項190.7遍除之而易其號，是即C_1等於以後諸項之和（$\sum n$除外）更將第二方程式列下，在第一式中C_2有係數—21.8，故第一式各項之係數悉以—21.8乘之，列於第二方程式下，如表中第四列之—2.492082，—2.423492，—2.320608 …… 各項，每項求其和一代數的一爲新二式各項更悉以新對角項—(＋81.707918)—除之而易其號，則C_2等於以後諸項之和（$\sum n$除外）更將第三方程式列下，在一式中C_3有—21.2之係數，在新二式中有—37.223492之係數，故在該各係數右面下列各數前者乘—21.2，後者乘—81.707918，依次列於第三方程式下而求其和是謂新革三式，仍各以新對各項289.185387除之，而易其符號，則C_3爲右面諸項之和，如是總續推進，逐漸消去各C，直至上表之未得C_{33} 2＋0.00028679，旣有C_{33}以之代入C_{32}之方程式內卽以C_{33}之值，＋0.00028679乘其係數＋0.07816471加n_{32}—0.00077788得—000075515

爲 C_{32} 之值，倣此，依次逐式代入之可得各個C 之值，惟其序次適與標準方程解時相反，列表於下。(見附表七)

各校正數或(V)之值；如上表各C 之值，算得以後，代入副係數表內可計算各V 之值。

列如下表，各值取其公厘數，惟爲適合約定方程計，其末尾數採用者有時與計算者相差一公厘。

各線段間之高度差旣悉已校正，則任一點其高度爲假設,或爲已知者,取任何途徑復返原處，其高度亦必復爲原數，自紅橋之已知高度4.9175公尺起各點間之高悉計算得之，各線段所受之校正數按各B.M間之計距離之反比例各別改正之。



表四、副係

	1/p(亦即距離公里數)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	34.0					+1															
2	73.6								+1												
3	10.5									−1											
4	13.2										+1										
5	52.3											−1									
6	29.9												−1								
7	42.0														−1						
8	48.7																				
9	169.4																				
10	125.1																				
11	182.5																				
12	46.9																				
13	31.6																				
14	75.6																				
15	87.0																				
16	8.3																				
17	199.8																				
18	65.2																				
19	35.7																				−1
20	5.3																		+1		
21	18.4							+1													
22	3.3							−1													

副係數表

9	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	ΣC	V	採用之 V値	V^2
															+1	+0.00775	+0.008	0.000064
															+1	−0.07838	−0.079*	0.006241
															−1	+0.00948	+0.010*	0.000100
															+1	−0.02049	−0.020	0.000400
															−1	+0.06806	+0.068	0.004624
															−1	−0.00777	−0.008	0.000064
															−1	+0.02251	+0.023	0.000529
								+1							+1	−0.07616	−0.076	0.005776
									−1						−1	+0.13081	+0.130*	0.016900
														+1	+1	+0.03588	+0.036	0.001296
														+1	+1	+0.05234	+0.052	0.002704
													+1		+1	−0.03542	−0.035	0.001225
												+1			+1	−0.00600	−0.006	0.000036
											+1				+1	+4.04727	+0.047	0.002204
										+1					+1	−0.00971	−0.010	0.001000
				+1											+1	−0.00351	−4.003*	0.000009
		+1													+1	−0.05773	−0.058	0.003364
		−1													−1	+0.01884	+0.019	0.000361
	−1														−1	+0.00979	+0.010	0.000100
															+1	−0.00067	−0.001	0.000001
															+1	−0.00897	−0.009	0.000081
															−1	+0.00038	+0.000	0.000000

(接 上 頁

23	148.7			+1																	
24	82.0			−1																	
25	56.0	−1																			
26	17.4	+1																			
27	21.2	−1		+1																	
28	21.8	−1	+1																		
29	20.3	−1			+1																
30	54.0	+1					−1														
31	34.8		−1	+1																	
32	27.6		+1		−1																
33	21.8			−1	+1																
34	20.6				+1			−1													
35	6.4				+1		−1														
36	39.7					−1	+1														
37	12.8					+1			−1												
38	14.0						+1												−1		
39	67.8						−1											+1			
40	12.5						+1										−1				
41	79.7						+1		−1												
42	39.4							−1											+1		
43	24.7								+1								−1				
44	34.0								+1	−1											
45	21.5									+1	−1										

(…上 頁)

															+1	+0.02122	+0.021	0.000441
															−1	−0.01170	−0.012	0.000144
															−1	−0.04337	−0.043	0.001849
															+1	+0.01348	+0.013	0.000169
															0	−0.01339	−0.013	0.000169
															0	+0.00021	+0.000	0.000000
															0	−0.00216	−0.002	0.000004
															0	+0.04406	+0.043*	0.001849
															0	−0.02233	−0.023*	0.000529
															0	+0.00320	+0.003	0.000009
															0	+0.01146	+0.011	0.000121
															0	+0.01612	+0.016	0.000256
															0	+0.00454	+0.005	0.000025
															0	−0.01070	−0.011	0.000121
															0	+0.01655	+0.016*	0.000256
															0	+0.00012	+0.001*	0.000001
															0	+0.00439	+0.004	0.000016
															0	+0.01330	+0.013	0.000169
															0	+0.08156	+0.082	0.006724
															0	−0.00047	−0.000	0.000000
															0	+0.00100	+0.002*	0.000004
															0	−0.00551	−0.006	0.000036
															0	+0.01397	+0.014	0.000196

(接 上

46	12.7										+1						−1				
47	15.4										+1	−1									
48	65.4											+1					−1				
49	85.1												−1				+1				
50	53.0												+1	−1							
51	35.8													+1		−1					
52	106.6													+1	−1						
53	14.4															−1	+1				
54	5.0															−1	+1				
55	7.1														+1	−1					
56	50.3																	+1			
57	2.8																+1				
58	49.1															+1					
59	53.1														+1						
60	8.7														−1						
61	126.9																+1	−1			
62	111.4																				
63	16.6																				
64	40.5																				
65	38.0																				
66	80.7																	+1	−1		
67	83.3																	+1		−1	

(接 上 頁)

															0	−0.00567	−0.006	0.000036
															0	−0.00387	−0.004	0.000016
															0	−0.01280	−0.013	0.000169
															0	−0.11620	−0.116	0.013456
															0	+0.02809	+0.028	0.000784
															0	−0.00941	−0.009	0.000081
															0	+0.02844	+0.028	0.000 84
															0	−0.01583	−0.016	0.000256
															0	−0.00550	−0.006	0.000036
															0	−0.00376	−0.004	0.000016
						−1									0	−0.04411	−0.043*	0.001849
							−1								0	−0.00140	−0.001	0.000001
							−1								0	+0.02950	+0.029	0.000841
							−1								0	−0.00377	+0.004	0.000016
								+1							0	−0.00894	−0.009	0.000081
															0	−0.14324	−0.143	0.020449
						−1	+1								0	−0.16788	−0.168	0.028224
								+1	−1						0	−0.01314	−0.013	0.000169
							+1	−1							0	+0.03875	+0.039	0.001521
						+1			−1						0	+0.06354	+0.064	0.000064
															0	+0.01207	+0.012	0.000144
−1															0	+0.03741	+0.037	0.001369

(接 上

68	55.8																				
69	17.8																				
70	40.7																				
71	8.8																				
72	27.4																				
73	63.5																				
74	8.0																		+1	−1	
75	47.1																			−1	
76	57.0																				
77	24.5																				
78	23.0																				
79	66.0																				
80	86.4																				
81	73.4																				
82	53.3																				
83	31.5																				
84	13.0																				
85	98.0																				
86	18.4																			+1	−
87	68.0																				+
88	40.2																			+1	
89	52.8																				
90	52.3																				

接上頁)

			−1			+1									0	+0.01250	+0.013	0.000169
				−1		+1									0	+0.02355	+0.023*	0.000023
					−1	+1									0	+0.04600	+0.046	0.002116
						+1				−1					0	+0.00890	+0.009	0.000081
						+1					−1				0	+0.00753	+0.008	0.000064
									+1		−1				0	−0.08874	−0.089	0.007921
−1															0	+0.00240	+0.002	0.000004
−1			+1												0	+0.05190	+0.052	0.002704
			−1	+1											0	−0.06264	−0.063	0.003969
				−1	+1										0	+0.00473	+0.005	0.000025
					+1					−1					0	−0.00273	−0.003	0.000009
				−1						+1					0	+0.02056	+0.021	0.000441
										−1	+1				0	+0.06367	+0.064	0.004096
											−1	+1			0	−0.05984	−0.060	0.003600
									+1			−1			0	−0.03104	−0.031	0.000961
												+1	−1		0	+0.01780	+0.018	0.000324
									+1				−1		0	−0.00022	−0.000	0.000000
									+1					−1	0	−0.10378	−0.104	0.010816
+1	−1														0	−0.00279	−0.003	0.000009
	+1	−1													0	+0.00100	+0.001	0.000001
+1		−1													0	−0.00551	−0.006	0.000036
		−1	+1												0	+0.05095	+0.051	0.002601
		−1		+1											0	−0.00701	−0.007	0.000049

表五、標準方程式

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	190.7	−21.8	−21.2	−20.3		−54.0													
2		84.2	−34.8	−27.6															
3			308.5	−21.8															
4				96.7		−6.4	−20.6												
5					86.5	−39.7		−12.8											
6						274.1		−79.7								−12.5	−67.8	−14.0	
7							141.7											−39.4	
8								224.8	−34.0							−24.7			
9									66.0	−21.5									
10										62.8	−15.4					−12.7			
11											133.1					−65.4			
12												168.0	−53.0			−85.1			
13													195.4	−106.6	−35.8				
14														217.5	−7.1				
15															111.4	−19.4			
16																349.5	−126.9		
17																	409.0	−80.7	−83.3
18																		147.4	−8.0
19																			197.0
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			

0 5 10

	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	n	Σ_n	C
																— 0.114	+ 73.286	
																— 0.026	— 0.026	
																+ 0.014	+ 230.714	
																— 0.027	— 0.027	
																— 0.035	+ 33.965	
0																— .033	— 0.033	
4																+ 0.025	+ 81.725	
																+ 0.181	+ 73.781	
																— 0.010	+ 10.490	
																+ 0.044	+ 13.244	
																+ 0.077	+ 52.377	
																— 0.152	+ 29.748	
																+ 0.009	+ 0.009	
								—53.1	—8.7							+ 0.042	+ 42.042	
								—49.1								— 0.064	— 0.064	
								—2.8								+ 0.278	+ 0.278	
7	—83.3						—50.3									— 0.153	— 0.153	
4	—8.0															+ 0.012	+ 5.312	
	197.0	—18.4	—40.2	—47.1												+ 0.100	+ 0.100	
		122.1	—68.0													+ 0.006	+ 35.706	
			478.3	—52.8	—52.3											+ 0.116	+ 265.116	
				212.7	57.0		—55.8									— 0.153	— 0.153	
					225.9	—24.5	—17.8				—66.0					+ 0.122	+ 8.422	
						88.2	—40.7				—23.0					+ 0.014	+ 0.044	
							350.2	—111.4		—38.0	—8.8	—27.4				— 0.374	— 0.374	
								256.9	—40.5							+ 0.161	+ 0.161	
									114.5	—16.6						+40.137	+ 48·837	
										451.8		—63.5	—53.3	—13.0	—98.0	+ 0.405	+ 169.805	
											271.2	—86.4				+ 0.059	+ 87.059	
												326.3	—73.4			— 0.252	+ 75.348	
													189.8	—31.5		+ 0.017	+ 31.617	
														91 4		+ 0.053	+ 46.953	
															405.6	— 0.162	+ 307.408	

標準方程式之解釋

1	2	3	4	7	6	18	5	n	Σn
+190.7	−21.8	−21.2	−20.3		−54.0			−0.114	+73.286
C_1	+0.11431567	+0.11116938	+0.10644992		+0.28316728			+0.00059780	−0.38429995
	+84.2	−34.8	−27.6		....			−0.026	−0.026
1	−2.492082	−2.423492	−2.320608		−6.173047			−0.013032	+8.377739
	+81.707918	−37.223492	−29.920608		−6.173047			−0.039032	+8.351739
	C_2	+0.45556775	+0.36618982		+0.07555017			+0.00047770	−0.10221456
		+308.5	−21.8		....			+0.014	+230.714
	1	−2.356791	−2.256738		−6.003146			−0.012673	+8.147160
	2	−16.957822	−13.630864		−2.812241			−0.017782	+3.804783
		289.185387	−37.687602		−8.815387			−0.016455	+242.665943
		C_3	+0.13032333		+0.03048351			+0.00005690	−0.83913026
			96.7	−20.6	−6.4			−0.027	−0.027
		1	−2.160933	....	−5.748296			−0.012135	+7.801290
		2	−10.956622	....	−2.260507			−0.014293	+3.058322
		3	−4.911574	....	−1.148851			−0.002144	+31.625033
			+78.670871	−20.6	−15.557654			−0.055572	+42.457645
			C_4	+0.26185041	+0.19775622			+0.00070639	−0.53968698
			4	141.7	....	−39.4		+0.025	+81.725
				−5.394118	−4.073778	....		−0.014552	+11.117552
				136.305882	−4.073778	−39.4		+0.010448	+92.842552
				C_7	+0.02988703	+0.28905576		−0.00007665	−0.68113386

6	18	5	17	8	16	19	25	n	Σn
274.1	−14.0	−39.7	−67.8	−79.7	−12.5			−0.033	−0.033
1 −15.291033	....	....	....	....	....			−0.032281	+20.752197
2 −0.466375	....	....	....	....	....			−0.002949	+0.630975
3 −0.268724	....	....	....	....	....			−0.000501	+7.397311
4 −3.076623	....	....	....	....	....			−0.010990	+8.396263
7 −0.121753	−1.77549	....	....	....	....			+0.000312	+2.774788
254.875492	−15.177549	−39.7	−67.8	−79.7	−12.5			−0.079409	+39.918534
C_6	+0.05954888	+0.15576233	+0.26601224	+0.31270170	+0.04904355			+0.00031156	−0.15661974
	147.4	....	−80.7	....	....	−8.0		+0.012	+5.319
	−11.388797	....	....	....	....	....		+0.003020	+26.836674
	−0.903806	−2.364090	−4.037414	−4.746046	−0.744361	....		−0.004729	+2.377103
	135.107397	−2.364090	−84.737414	−4.746046	−0.744361	−8.0		+0.010291	+34.525777
	C_{18}	+0.01749786	+0.62718560	+0.03512795	+0.00550940	+0.05921215		−0.00007617	−0.25554321

	5	17	8	19	10	16	19	25	n	Σn
	86.5		− 12.8						− 0.035	+ 33.965
6	− 6.813765	− 10.560686	− 12.414257			− 1.947029			− 0.012369	+ 6.217804
18	− 0.041367	− 1.482723	− 0.083046			− 0.013025	− 0.139983		+ 0.000180	+ 0.604127
	+ 80.274868	− 12.043409	− 25.297303			− 1.960054	− 0.139983		− 0.047189	+ 40.786930
C_5		+ 0.15002714	+ 0.31513354			+ 0.02441678	+ 0.00174380		+ 0.00058784	÷ 0.50809090
		409.0				−126.9	− 83.3	− 50.3	− 0.153	− 0.153
6		− 18.035630	− 21.201175			− 3.325153	....		− 0.021124	+ 10.618818
18		− 53.146086	− 2.976652			− 0.466852	− 5.017484		+ 0.006454	+ 21.654071
5		− 1.806838	− 3.795282			− 0.294061	− 0.021001		− 0.007080	+ 6.119147
		336.011446	− 27.973:09			−130.986066	− 88.338485	− 50.3	− 0.174750	+ 38.329036
C_{17}			+ 0.08325047			+ 0.38982620	+ 0.26290320	+ 0.14969728	+ 0.00052007	− 0.11380278
			224.8	− 34.0		− 24.7			+ 0.181	+ 73.781
6			− 24.922325			− 3.908771			− 0.024831	+ 12.482595
18			− 0.166719			− 0.026148	− 0.281024		+ 0.000362	+ 1.212819
5			− 7.972029			− 0.617679	− 0.044113		− 0.014871	+ 12.853329
17			− 2.328774			− 10.904651	− 7.354220	− 4.187498	− 0.014548	+ 3.183418
			189.410153	− 34.0		− 40.157249	− 7.679357	− 4.187498	+ 0.127112	+103.513161
C_8				+ 0.17950463		+ 0.21201213	+ 0.04054353	+ 0.02210810	− 0.00067109	− 0.54650270

	9	10	11	16	15	26	19	25	n	Σn
	66.0	− 21.5							− 0.010	+ 10.490
8	− 6.103157			− 7.208412			− 1.378480	+ 0.751675	+ 0.022817	+ 18.581093
	− 59.896843	− 21.5		− 7.208412			− 1.378480	− 0.751675	+ 0.012817	+ 29.071093
C_9		+ 0.35895047		+ 0.12034711			+ 0.02301423	+ 0.01254949	− 0.00021398	− 0.48535268
		62.8	− 15.4	− 12.7					+ 0.044	+ 13.244
9		− 7.717435	....	− 2.587463			− 0.494806		+ 0.004601	+ 10.435083
		55.082565	− 15.4	− 15.287463			− 0.494806		+ 0.048601	+ 23.679083
C_{10}			− 0.279580	+ 0.27753724			+ 0.00898299		− 0.00088233	− 0.42988344
			133.1	− 65.4					+ 0.077	+ 52.377
10			− 4.305537	− 4.274073			− 0.138338	− 0.075435	+ 0.013588	+ 6.620205
			128.794463	− 69.674073			− 0.138338	− 0.075435	+ 0.090588	+ 58.997205
C_{11}				+ 0.54097103			+ 0.00107410	+ 0.00058570	− 0.00070335	− 0.45807252

	16	12	13	14	15	26	19	25	n	Σn
	349.5	— 85.1			—19.4	— 2.8			+ 0.278	+ 0.278
6	— 0.613044								— 0.003895	+ 1.957747
18	— 0.004104						— 0.044075		+ 0.000057	+ 0.190217
5	— 0.047858						— 0.003418		— 0.001152	+ 0.995886
17	— 51.061800						— 34.436656	— 19.608258	— 0.068122	+ 14.906579
8	— 8.513824						— 1.628117	— 0.887800	+ 0.026949	+ 21.946045
9	— 0.867512						— 0.165896	— 0.090462	+ 0.001542	+ 3.498621
10	— 4.242840						— 0.137327	— 0.074883	+ 0.013489	+ 6.571829
11	— 37.691655						— 0.074837	— 0.040808	+ 0.049005	+ 31.915778
	246.457366	— 85.1			—19.4	— 2.8	— 34.490326	— 20.702211	+ 0.295873	+ 82.260702
	C_{16}	+ 0.34529299			+ 0.07871544	+ 0.01136099	+ 0.14805938	+ 0.08399916	— 0.00120050	— 0.33377254
		168.0	— 53.0						— 0.152	+ 29.748
	16	— 29.384433			— 6.698684	— 0.966820	— 12.599854	— 7.148329	+ 0.102163	+ 26.404043
		138.615567	— 53.0		— 6.698684	— 0.966820	— 12.599854	— 7.148329	— 0.049837	+ 58.152043
		C_{12}	+ 0.38235244		+ 0.04832563	+ 0.00697483	+ 0.09089783	+ 0.05156945	+ 0.00035953	— 0.41952029
			195.4	—106.6	— 35.8				+ 0.009	+ 0.009
		12	— 20.264679		— 2.561258	— 0.369666	— 4.817585	— 2.733181	— 0.019055	+ 22.234576
			175.135321	—106.6	— 38.361258	— 0.369666	— 4.817585	— 2.733181	— 0.010055	+ 22.243576
			C_{13}	+ 0.60867219	+ 0.21903781	+ 0.00211075	+ 0.02750779	+ 0.01560611	+ 0.00005741	— 0.12700794

	14	15	26	19	27	25			n	Σn
	217.5	— 7.1	— 53.1		— 8.7				+ 0.042	+ 42.042
13	— 64.884456	— 23.349431	— 0.225006	— 2.932330		— 1.663611			— 0.006120	+ 13.539046
	152.615544	— 30.449431	— 53.325006	— 2.932330	— 8.7	— 1.663611			+ 0.035880	+ 55.581046
	C_{14}	+ 0.19951723	+ 0.34940744	+ 0.01921384	+ 0.05700599	+ 0.01090067			— 0.00023510	— 0.36418993
		111.4	— 49.1						— 0.064	— 0.064
	16	— 1.527080	— 0.220403	— 2.872352		— 1.629584			+ 0.023290	+ 6.475187
	12	— 0.323718	— 0.046722	— 0.608896		— 0.345448			— 0.002408	+ 2.810234
	13	— 8.402566	— 0.080971	— 1.055233		— 0.598670			— 0.002202	+ 4.872185
	14	— 6.075186	— 10.639258	— 0.585050	— 1.735800	— 0.331919			+ 0.007159	+ 11.089377
		95.071450	— 60.087354	— 5.121531	— 1.735800	— 2.905621			— 0.038161	+ 25.182983
		C_{15}	+ 0.63202312	+ 0.05387034	+ 0.01825785	+ 0.03056250			+ 0.00040139	— 0.26488480

26	19	20	27	21	22	25	28	n	Σn
256.9			— 40.5			—111.4		+ 0.161	+ 0.161
16 — 0.031811	— 0.414566					— 0.235198		+ 0.003361	+ 0.934563
12 — 0.006743	— 0.087882					— 0.049858		— 0.000348	+ 0.405601
13 — 0.000780	— 0.010169					— 0.005769		— 0.000021	+ 0.046950
14 — 18.632154	— 1.024578		— 3.039845			— 0.581278		+ 0.012537	+ 19.420430
15 — 37.976597	— 3.236926		— 1.097066			— 1.836420		— 7.024118	+ 15.916227
200.251915	— 4.774120		— 44.636911			—114.108523		+ 0.152411	+ 36.884771
C_{26}	+ 0.02384057		+ 0.22290379			+ 0.56982488		— 0.00076110	— 0.18419186
	+197.0	— 18.4		— 40.2	— 47.1			+ 0.100	+ 0.100
18	— 0.473697							+ 0.000609	+ 2.044346
5	— 0.000244							— 0.000082	+ 0.071125
17	— 23.224470					— 13.224031		— 0.045942	+ 10.053166
8	— 0.311348					— 0.169776		+ 0.005154	+ 4.196790
9	— 0.031725					— 0.017299		+ 0.000295	+ 0.669049
10	— 0.004445					— 0.002424		+ 0.000437	+ 0.212709
11	— 0.000149					— 0.000081		+ 0.000097	+ 0.063368
16	— 5.402735					— 3.065157		+ 0.043807	+ 12.179469
12	— 1.145299					— 0.649768		— 0.004530	+ 5.285894
13	— 0.132521					— 0.075184		— 0.000277	+ 0.611871
14	— 0.056341		— 0.167160			— 0.031965		+ 0.000689	+ 1.067925
15	— 0.275899		— 0.093508			— 0.156527		— 0.002056	+ 1.356615
26	— 0.113818		— 1.064169			— 2.720413		+ 0.003634	+ 0.879354
	+ 165.827309	— 18.4	— 1.324837	— 40.2	— 47.1	— 20.112625		+ 0.101835	+ 38.791682
	C_{19}	+ 0.11095880	+ 0.00798926	+ 0.24242087	+ 0.28403042	+ 0.12123657		— 0.00061410	— 0.23392818
		121.1		— 68.0				+ 0.006	+ 35.706
		— 2.041642	— 0.147002	— 4.460544	— 5.226160	— 2.231673		+ 0.011299	+ 4.304278
		120.058358	— 0.147002	— 72.460544	— 5.226160	— 2.231673		+ 0.017299	+ 40.010278
		C_{20}	+ 0.00122442	+ 0.60354435	+ 0.04353016	+ 0.01858824		— 0.00014409	— 0.33325692
			114.5				— 16.6	+ 0.137	+ 48.837
		14	— 0.495952			— 0.094836		+ 0.002045	+ 3.168452
		15	— 0.031692			— 0.053050		— 0.000697	+ 0.459787
		26	— 9.949737			— 25.435222		+ 0.033973	+ 8.221756
		19	— 0.010584	— 0.321168	— 0.376294	— 0.160685		+ 0.000814	+ 0.309918
		20	— 0.000180	— 0.088722	— 0.006399	— 0.002733		+ 0.000021	+ 0.048989
			104.011855	— 0.409890	— 0.382693	— 25.746526	— 26.6	+ 0.171156	+ 61.045902
			C_{27}	+ 0.00394081	+ 0.00367932	+ 0.24753453	+ 0.15959719	— 0.00166477	— 0.58691292

	25	29	30	31	28	n	Σn
	350.2	— 8.8	— 27.4		— 33.0	— 0.374	— 0.374
17	— 7.529773					— 0.026160	+ 5.724280
8	— 0.092578					+ 0.002810	+ 2.288479
9	— 0.009433					+ 0.000161	+ 0.364828
10	— 0.001322					+ 0.000238	+ 0.115988
11	— 0.000044					+ 0.000053	+ 0.034555
16	— 1.73[illegible]968					+ 0.024853	+ 6.909828
12	— 0.368635					— 0.002570	+ 2 998869
13	— 0.042654					— 0.000157	+ 0 347136
14	— 0.018134					+ 0.000391	+ 0.605870
15	— 0.088803					— 0.001166	+ 0.769655
26	— 65.021875					+ 0.086848	+ 21.017861
19	— 2.439391					+ 0.012351	+ 4.704910
20	— 0.041483					+ 0.000322	+ 0.743720
27	— 6.373154				— 4 109073	+ 0.042862	+ 15.110969
21	— 0.094144				— 0.000074	+ 0.002260	+ 4.449711
22	— 20.870758				— 0.023781	— 0.032820	+ 20.048286
23	— 8.255349	— 13.516453			— 0.006721	+ 0.021814	+ 13.536174
24	— 24.545812	— 16.759450			— 0.002193	+ 0.030742	+ 4.440758
	212.667690	— 39.075903	— 27.4		— 42.142742	— 0.211168	+103.837877
	C_{25}	+ 0.18374161	+ 0.12883951		+ 0.19816241	+ 0.00099295	—0.48826352
		271.2	— 86.4			+ 0.059	+ 87.059
	23	— 22.130441			— 0.011004	+ 0.035715	+ 22.162729
	24	— 11.443059			— 0.001497	+ 0.020990	+ 3.032072
	25	— 7.179869	— 5.034520		— 7.743375	— 0.038801	+ 19.079338
		230.446631	— 91.431520		— 7.755876	+ 0.076904	+131.333139
		C_{29}	+ 0.3967709		+ 0.03365585	— 0.00033372	— 0.56990696
			326.3	— 73.4	— 63.5	— 0.252	+ 75.348
		25	— 3.530203		— 5.429650	— 0.027207	+ 13.378420
		29	— 36.278558		— 3.077306	+ 0.030514	+ 52.109170
			286.491239	— 73.4	— 72.006956	— 0.248693	+140.835590
			C_{30}	+ 0.25620330	+ 0.25134087	+ 0.00086806	— 0.49158777

31	28	32	33		n	$\sum n$
189.8	— 53.3	— 31.5			+ 0.017	+ 31.617
30 — 18.805322	— 18.448420	....			— 0.063716	+ 36.082542
170.994678	— 71.748420	— 31.5			— 0.046716	+ 67.699542
C_{31}	+ 0.41959446	+ 0.18421626			+ 0.00027320	— 0.39591608
27	451.8	— 13.0	— 98.0		+ 0.405	+169.805
21	— 2.649313				+ 0.027635	+ 9.742755
22	— 0.000010				+ 0.000023	+ 0.046027
23	— 0.000027				— 0.000037	+ 0.022845
24	— 0.000005				+ 0.000018	+ 0.011019
25	— 0.000000				+ 0.000003	+ 0.000398
29	— 8.351107				— 0.041846	+ 20.576764
30	— 0.261031				+ 0.002588	+ 4.420127
31	— 18.098291				— 0.062506	+ 35.397739
	— 30.105240	— 13.217225			— 0.019602	+ 28.406353
	392.334976	— 26.217225	— 98.0		+ 0.311276	+268.429027
	C_{28}	+ 0.06682357	+ 0.24978655		— 0.00079339	— 0.68418327
	32	**33**	**n**	**$\sum n$**		
	91.4		+ 0.053	+ 46.953		
31	— 5.802812		— 0.008606	+ 12.471357		
28	— 1.751929	— 6.548710	+ 0.020800	+ 17.937386		
	83.845259	— 6.548710	+ 0.065194	+ 77.361743		
	C_{32}	+ 0.07810471	— 0.00077755	— 0.92267284		
		405.6	— 0.192	+307.408		
	28	— 24.479082	+ 0.077752	+ 67.049960		
	32	— 0.511485	+ 0.005092	+ 6.042317		
		380.609433	— 0.109156	+380.500277		
	C_{33}	+ 0.00028679	— 0.99971321			

33	**32**	**28**	31	30	29	25
+0.00028679	−0.00077755 +0.00002240 −0.00075515	−0.00079339 +0.00007164 −0.00005046 −0.00077221	+0.00027320 −0.00013911 −0.00032402 −0.00018993	+0.00086806 −0.00019409 −0.00004866 +0.00062531	−0.00033372 −0.00002599 +0.00024810 −0.00011161	+0.00099295 −0.00015302 +0.00008056 −0.00002051 +0.00089998
24	**23**	22	21	27	20	19
−0.00067243 −0.00000004 −0.00004091 +0.00048320 −0.00023018	−0.00054114 −0.00000016 −0.00003742 +0.00018431 −0.00002865 −0.00042306	+0.00052330 −0.00000029 +0.00029984 −0.00014661 +0.00067594	−0.00035735 −0.00000012 +0.00001340 −0.00005208 +0.00010720 −0.00028895	−0.00166477 −0.00012324 +0.00022278 +0.00000249 −0.00000114 −0.00156388	−0.00014409 +0.00001673 +0.00002942 −0.00017439 −0.00000191 −0.00027424	−0.00061410 +0.00010916 +0.00019199 −0.00007005 −0.00001249 −0.00003043 −0.00042592
26	**15**	**14**	13	12	16	**11**
−0.00076110 +0.00051283 −0.00034859 −0.00001015 −0.00060701	+0.00040139 +0.00002751 −0.00002855 −0.00002294 −0.00038364 −0.00000623	−0.00023510 +0.00000981 −0.00008915 −0.00000818 −0.00021209 −0.00000124 −0.00053595	+0.00005741 +0.00001405 −0.00001172 −0.00000128 −0.00000136 −0.00032622 −0.00026912	+0.00035953 +0.00004641 −0.00003872 −0.00000423 −0.00000030 −0.00010290 +0.00025979	−0.00120050 +0.00007560 −0.00006306 −0.00000690 −0.00000049 +0.00008970 −0.00110565	−0.00070335 +0.00000053 −0.00000046 −0.00059812 −0.00130140
10	**9**	8	**17**	5	18	6
−0.00088233 +0.00000441 −0.00000383 −0.00020686 −0.00036385 −0.00155246	−0.00021398 +0.00001129 −0.00000980 −0.00013306 −0.00055726 −0.00090281	−0.00067109 +0.00001990 −0.00001727 −0.00023441 −0.00016206 −0.00106493	+0.00052007 +0.00013472 −0.00011198 −0.00043101 −0.00008866 +0.00002314	+0.00058784 −0.00000074 −0.00002700 −0.00033560 +0.00090347 +0.00022797	−0.00007617 −0.00002522 −0.00000609 −0.00003741 +0.00001451 +0.00000389 −0.00012639	+0.00031156 −0.00005423 −0.00033301 +0.00000616 +0.00003551 −0.00000753 −0.00064154
7	**4**	3	2	**1**		
−0.00007665 −0.00003653 −0.00000624 −0.00011442	+0.00070639 −0.00000821 −0.00002996 +0.00066822	+0.00005690 −0.00000127 +0.00008708 +0.00014221	+0.00047770 −0.00000364 +0.00024470 +0.00006501 +0.00078427	+0.00059780 −0.00001176 +0.00007113 +0.00001586 +0.00008965 +0.00077444		

1	2	3	4	5	6	7
+0.00022797 34.0 +0.00775098	−0.00106493 73.6 −0.07837885	+0.00090281 10.5 +0.00947951	−0.00155246 13.2 −0.02049247	+0.00130140 52.3 +0.06806322	−0.00025979 29.9 −0.00776772	+0.00053595 42.0 +0.02250990
8	9	10	11	12	13	14
−0.00156388 48.7 −0.07616096	+0.00077221 169.4 +0.13081237	+0.00028679 125.1 +0.03587743	+0.00028679 182.5 +0.05233918	−0.00075515 46.9 −0.03541654	−0.00018993 31.6 −0.00600179	+0.00062531 75.6 +0.04727344
15	16	17	18	19	20	21
−0.00011161 87.0 −0.00971007	−0.00042306 8.3 −0.00351140	−0.00028895 199.8 −0.05773221	+6.00028895 65.2 +0.01883954	+0.00027424 35.7 +0.00979037	+0.00012639 5.3 −0.00066987	−0.00011442 78.4 −0.00897.53
22	23	24	25	26	27	28
+0.00011442 3.3 +0.00037759	+0.00014271 148.7 +0.02122098	−0.00014271 82.0 −0.01170222	−0.00077444 56.0 −0.04336864	+0.00077444 17.4 +0.01347526	−0.00077444 +0.00014271 −0.00063173 21.2 −0.01339268	−0.00077444 +0.00078427 +0.00000983 21.8 +0.00021429
29	30	31	22	23	34	35
−0.00077444 +0.00066822 −0.00010622 20.3 −0.00215627	+0.00077444 +0.00004154 +0.00081598 54.0 +0.04406292	−0.00078427 +0.00014271 −0.00064156 34.8 −0.02232629	+0.00078427 −0.00066822 +0.00011605 27.6 +0.00320298	−0.00014271 +0.00066822 +0.00052551 21.8 +0.01145612	+0.00066822 +0.00011442 +0.00078264 20.6 +0.01612238	+0.00066822 +0.00004154 +0.00070976 6.4 +0.00454246
36	37	38	39	40	41	42
−0.00022797 −0.0 004154 −0.00026951 39.7 −0.01069955	+0.00022797 +0.00106493 +0.00129290 12.8 +0.01654912	−0,00004154 +0.00012639 +0.00008485 14.0 +0.00011879	+0.00004154 +0.00002314 +0.00006468 67.8 +0.00438530	−0.00004154 +0.00110565 +0.00106411 12.5 +0.01330138	−0.00004154 +0.00106439 +0.00102339 79.7 +0.08156418	+0.00011442 −0.00012639 −0.00001197 39.4 −0.00047162
43	44	45	46	47	48	49
−0.00106493 +0.00110565 +0.00004072 24.7 +0.00100578	−0.00106493 +0.00090281 −0.00016212 34.0 −0.00551208	−0.00090281 +0.00155246 +0.00064965 21.5 +0.01396748	−0.00155246 +0.00110565 −0.00044681 12.7 −0.00567449	−0.00155246 +0.00130140 −0.00025106 15.4 −0.00386632	−0.00130140 +0.00110565 −0.00019575 65.4 −0.01280205	−0.00025979 −0.00110565 −0.00136544 85.1 −0.11619894

50	51	52	53	54	55	56
+0.00025979	−0.00026912	−0.00026912	+0.00000623	+0.00000623	−0.00053595	+0.00002314
+0.00026912	+0.00000623	+0.00053595	−0.00110565	−0.00110565	+0.00000623	−0.00089998
+0.00052891	−0.00026289	+0.00026683	−0.00109942	−0.00109942	−0.00052972	−0.00087684
53.0	35.8	106.6	14.4	5.0	7.1	50.3
+0.02803223	−0.00941146	+0.02844408	−0.01583165	−0.00549710	−0.00376101	−0.04410505
57	**58**	**59**	**60**	**61**	**62**	**63**
−0.00110565	−0.00000623	−0.00053595	+0.00053595	−0.00110565	−0.00089998	−0.00156388
+0.00060701	+0.00060701	+0.00060701	−0.00156388	−0.00002314	−0.00060701	+0.00077221
−0.00049864	+0.00060078	+0.00007106	−0.00102793	−0.00112879	−0.00150699	−0.00079167
2.8	49.1	35.1	8.7	126.9	111.4	16.6
−0.00139619	+0.02949830	+0.00377329	−0.00894299	−0.14324345	−0.16787869	−0.01314172
64	**65**	**66**	**67**	**68**	**69**	**70**
−0.00060701	+0.00089998	+0.00002314	+0.00002314	−0.00067594	+0.00042306	+0.00023018
+0.40156388	+0.00077221	+0.00012639	+0.00042592	+0.00089998	+0.00089998	+0.00089998
+0.00095687	+0.00167219	+0.00014953	+0.00044906	+0.00022404	+0.00132304	+0.00113016
40.5	38.0	80.7	83.3	55.8	17.8	40.7
+0.03875324	+0.06354322	+0.012067071	+0.03740670	+0.1250143	+0.02355011	+0.04599751
71	**72**	**73**	**74**	**75**	**76**	**77**
+0.00089998	+0.00089998	−0.00077221	−0.00012639	+0.00042592	−0.00067594	+0.00042306
+0.00011161	−0.00062531	−0.00062531	+0.00042592	+0.00067594	−0.00042306	−0.00023018
+0.00101159	+0.00027467	−0.00139752	+0.00029953	+0.00110186	−0.00109900	+0.00019288
8.8	27.4	63.5	8.0	47.1	57.0	24.5
+0.00890199	+0.00752596	−0.08874252	−0.00239624	+0.05189761	−0.06264300	+0.00472556
78	**79**	**80**	**81**	**82**	**83**	**84**
−0.00023018	+0.00042306	+0.00011161	−0.00062531	−0.00077221	−0.00018993	−0.00077221
+0.00011161	−0.00011161	+0.00062531	−0.00018993	+0.00018993	+0.00075515	+0.00075515
−0.00011857	+0.00031145	+0.00073692	−0.00081524	−0.00058228	+0.00056522	−0.00001706
23.0	66.0	86.4	73.4	53.3	31.5	13.0
−0.00272711	+0.02055570	+0.06366989	−0.05983862	−0.03103552	+0.01780443	−0.00022178
85	**86**	**87**	**88**	**89**	**90**	
−0.00077221	−0.00042592	−0.00027424	−0.00042592	+0.00028895	+0.00028895	
−0.00028679	+0.00027424	+0.00028895	+0.00028895	+0.00067594	−0.00042306	
−0.00105900	−0.00015168	+0.00001471	−0.00013697	+0.00096489	−0.00013411	
98.0	18.4	68.0	40.2	52.8	52.3	
−0.10378200	−0.00279091	+0.00100028	−0.00550619	+0.05094619	−0.00701395	

海河紀遊

王華棠

海河為華北五河之尾閭，其通暢與否，直接關係天津商埠之隆替至為重大。凡治水利工程者，莫不對其整治問題，感深切之注意。民國二十三年四月，清華大學張仲伊先生率工學院同學來津參觀，由高鏡瑩先生與海河工程局接洽，於十一日備船，沿河至大沽口參觀全河工程。余亦偕行，歸而記此，聊留鴻爪云爾。

早八時約於英租界公園對過海河碼頭齊集。海河工程局有吹泥船生此工作，此為該局主要工作之一。在光緒三十二年以前，浚渫泥沙，均堆置河中。嗣經福拿森氏倡議以泥漿鋪填池塘窪地，不但泥沙有地存積，而低地亦得逐漸增高，化為良田。歷年以來，各租界之窪地賴以填平者，不勝枚舉，昔日之一片荒涼者，今則崇廈峨閣，已變為繁華之區，此於市政之發展，裨益實多，固不僅為浚濬海河已也。

茲將光緒三十二年至民國二十三年填地之泥量列表如左：

年份	填池之泥量 以方計(每方計一百立方英尺)
光緒三十二年	一四、〇〇〇
三十三年	一一、〇〇〇
三十四年	二〇、〇〇〇
宣統元年	一二、七八三
二年	三八、五八六
三年	六〇、九七〇
民國元年	五三、八八五
二年	九三、五二四
三年	一三一、〇〇〇
四年	一九三、三七一
五年	三二六、三九〇
六年	一一九、〇五二
七年	二〇、六七〇
八年	二四三、九八五
九年	一九八、〇二五
十年	一六八、九三七
十一年	二〇八、四三四
十二年	一五五、一六九
十三年	一七〇、七八五

十四年	八六、四八〇
十五年	一八八、三〇〇
十六年	二二四、六九〇
十七年	一六六、四〇五
十八年	一一七、三八七
十九年	一六二、九六四
二十年	一三四、九六七
二十一年	一七六、八七五
二十二年	一〇八、五一一
總計	三六〇七、七四五

海河工程局爲吾等所備之開凌號船，即渟候於此，由該局馬守讓君招待，並知其工程師穆勒君亦將陪往。九時穆君始至，船遂開行。時陰雲瀰漫，風勢甚急，與機聲相雜，立甲板上領略兩岸風光，亦殊快意。經特一區，海河工程局址即在右岸，屋頂懸有局旗信號，所以示轉船處有無挖泥船也。因念海河爲害，國人最初無人過問，遂致外人由計畫研究而討論實施。至光緒二十七年海河工程局正式成立。及辛丑和約告成，更爲條約所束縛　迄今已三十餘載，治理海河之權，完全操諸外人之手。年來國事蜩螗，紛亂日甚，收回自主，徒成空談，每一念及，百感交滙矣。

北地天寒，冬季全河皆冰，無法通航。惟海河因津埠商業關係，自民國二年起，即購擣凌機船　多令從事工作，俾津沽海口間之交通，不得中斷。歷年以來，成績甚佳，吾等所乘之開凌號，即擣凌船之一也。

大直沽對岸爲現市政府計畫修築隧道之地點。惟依目下兩岸繁華情形而論，似尚無此建築之必要。穆君丹麥籍居華二十餘年，於中國情形極熟悉，性爽直健談，對此問題，尤剌剌不休。再行將出天津市境，有紗廠數家，均以營業虧累停業，此種現象，似極普遍，不獨天津一隅如此也。

是時風勢並不稍殺，而舟行至速，經過四處裁灣，實海河工程局完成工程事項中之極重要者。穆君更津津樂道之，茲分述如次：

(一)第一裁灣，自掛甲寺起至楊莊止，長〇．八二海哩。光緒二十七年十月動工，翌年八月通船。

(二)第二裁灣，自下圈起至何家莊止，長〇．九九海哩。與第一裁灣同時動工，至光緒二十八年九月通船。此雖裁去吳家寺方面一大灣曲，惟以下仍有數段灣曲過甚。及民國十年六月，乃動工另施一大裁灣工程，較前減少距

離約五千英尺，挖土七十一萬餘英方。民國十二年十月完工通船。即今所稱之墳山裁灣者也。

(三)第三裁灣，自楊家莊起至新莊止，長一•九〇海哩。光緒二十九年九月動工、翌年七月通船。

(四)第四裁灣，自趙北莊起至蔡家莊止，長二•〇五海哩。宣統三年春間動工，至民國二年七月通船。

此外在鄧善沽地方，曾擬作第五裁灣計畫，徒以工款無着，迄今尚未能實現。

治河工程中，浚渫極佔重要位置。而海河以泥沙過多，淤澱最甚，對於此項工作尤特別努力。實則在永定河治本計畫未能實施，泥沙未能免除以前，舍此亦別無善策。在內河津港，有挖泥船爪泥船數艘，吾船過陳塘莊附近時，見新河號挖泥船方從事工作也。玆將該局在民國二十二年終所存機船列表於左，以見其設備之一班。

類別	名稱	購置年月	每小時速度以英里計	挖泥量	購價
濬灘機	快利	一九二〇	八、〇〇	泥艙能容五〇〇立方公尺	一三六、〇〇〇鎊
電船	海河	一九二三	一五、〇〇		五、〇〇〇鎊
小電船	御河	一九二三	七、〇〇		一、六五〇兩
拖船	濬捷	一九一〇	九、〇〇		一九、四〇〇兩
撞凌船	開凌	一九一三	一一、〇〇		六、五八〇鎊
仝上	通凌	一九一三	一一、五〇		一三、六五〇鎊
仝上	沒凌	一九一四	一一、七八		一一五、〇〇〇兩
仝上	清凌	一九一五	一一、七五		一四〇、〇〇〇兩
仝上	工凌	一九二三	一一、二五		六一、〇〇〇兩
仝上	飛凌	一九二五	一〇、五〇		七六、五〇〇兩
鐵抓挖泥船	一號	一九〇二		每抓能容一立方碼每小時三十次	六、〇〇〇兩
仝上	二號	一九〇二			四、〇〇〇兩
固定挖泥船	北河	一九〇二		每小時一八〇立方公尺	六、〇〇〇鎊

固定挖泥船	西河	一九一四		每小時三○○立方公尺	一二九、九○○兩
挖泥船	高林			仝上	一九、○○○鎊
通用挖泥船	新河	一九一○	八、○○	每小時五○○立方公尺	二六二、八○○兩
吸泥船	中華	一九一三		每小時五○○至七○○立方公尺	二八、七三○鎊
吹泥船	雲燕	一九一○		每小時五○○立方公尺	八五、七○○兩
泥船	一至五號	一九一○		一三○立方公尺或二四○噸	一五、○○○兩
仝上	六七號	一九一三		仝上	八、○○○兩
仝上	八九號	一九二四		仝上	一四、五○○兩
架管子船		一九一五			一七、八○○兩
泥船	蜣螂	一九一五		二一四立方公尺	共四三、○○○兩
仝上	螞蟻	一九一五		仝上	
鐵船	一二號	一九一五		二五立方公尺	二、○○○兩
木船	一至十號				
舢板	一至四號				
艕子船	一號				

海河之護岸工作，最重要者厥惟迎水壩之修築。於木樁間編以柳枝，汛期泥沙淤積，矯正流向，爲效甚著。俟完成目的後，則撤去其木樁，以備來年他處修壩之用。天津塘沽間，此項工程，隨處可見。其柳樹則於第三裁灣以下，有廣大面積，種植甚爲繁茂，固無虞其取用之竭也。

馬君於第四裁灣直流之部，以測繪縱斷面方法示諸同學。於船行動時，用長竿測深，法至簡易。抵新河時已下午一時，登岸參觀船塢及工廠，此係民國十三年至十六年間所修建者。該局在天津特四區以下，本有工廠船塢之設，嗣以不敷應用，遂於新河作較完善之設備，以備將來大沽淺灘方面，如有重大工程，則一切修繕，自當賴此。現船塢業經應用，而工廠則屋

宇鍋爐電機等，均已備齊，而所需機器，隨時均可裝置也。

塘沽除碼頭護岸工程外，別無其他可紀之點。此下有一極大灣曲，大沽造船廠適當其南岸，遙望其規模似亦宏敞，惟外強中乾，現除修繕舊船外，並無建築新船之能力，亦可哀已。大沽以下魚艇停泊至夥，桅檣如林，此方居民，固多恃此爲生者。出海口，北岸有砲台一，南岸有砲台二。地踞要塞，實華北門戶，咸豐八年之戰，與庚子聯軍之禍，皆以此爲攻守必爭之點。辛丑和約，砲台拆毀，國防不守，門戶洞開，九一八以後，更値空前之國難時期，今覩砲台遺址，追懷往昔，瞻念將來，眞不知涕泗之何從。

海口標誌極多，其指示淺灘海道方向者，有高柱二，距離約四千呎，稱海道前後標誌，船隻入口，須循二柱在一直線上之方向以行，而後方免擱淺之處。標誌左右，更有較小豎柱各一，其距離約爲一五〇呎，所以示海道浚濬之寬度也。此外指示淺灘海水深度者，則于高架上以每只代表五呎之方牌懸諸左，以每只代表一呎之圓牌懸諸右，俾得一望了然。而架頂更有尖牌，以其尖端之上下向，而示潮汐之漲落情形。沿淺灘海道出海口東行，一望無際，三數魚艇，楊帆隨波濤上下，極盡悠美之致，惟風勢仍急，吾舟顛播甚劇，同學不慣乘舟，至是多感不適，幸不久即到目的地「快利」濬灘船工作處矣。

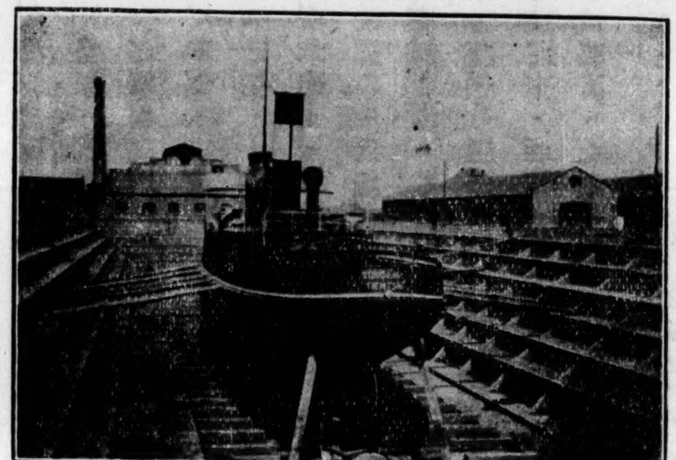
關於大沽沙灘之整理，海河工程局于光緒三十一年決定開挖航道，並用挖泥機繼續工作，以保持之。歷年以來，工作不綴。更自民國十三年起，於南北兩岸各築長海堤一道，藉以抵抗潮流冰塊，而便開挖工作。及民國十九年，又建築一欄冰壩於北港，對於抵抗冰力，保護海口，已有極美滿之結果。雖其對於冰之溢流港上，甚少防止，然其對於港上所結之冰，則能阻其進入河內，因以減少航運之困難。該壩經逐年延展，現共長六三二〇呎。

現在從事挖濬沙灘海道者，僅快利號一艘。係民國九年購置，每日可挖六百英方。吾等到達該船時，已下午三時，管理全船工作者爲一日人，登船參觀，該船遂內向海口開行，且行且挖，工作情形，得以盡覽無餘，同行諸人，莫不驚其壯偉。及距海口近處。仍乘原舟，至塘沽登陸。時方五時半，趨訪北寧路工務處王鼎文先生處坐談。六時三刻，乘北甯車於八時返津。

吹泥船



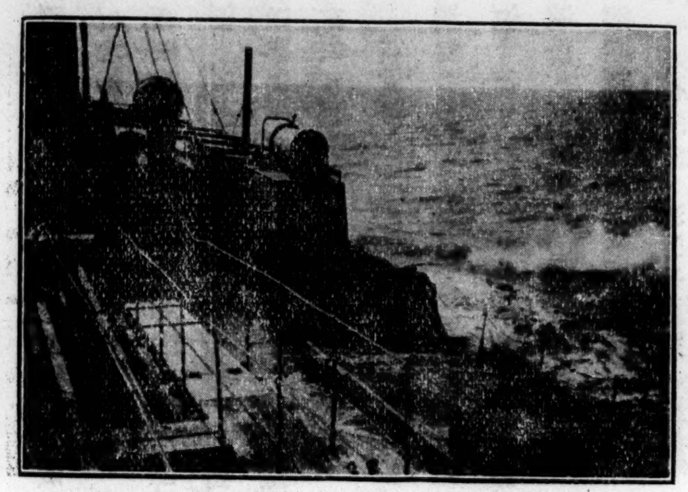
新河船塢

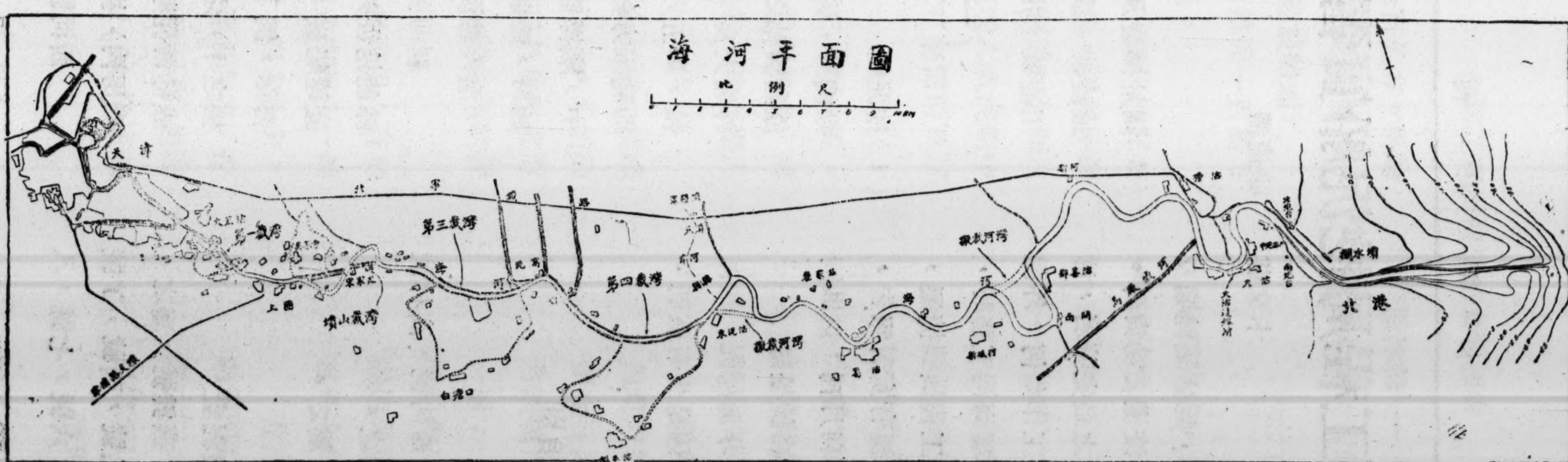


大沽北砲台



『快利』濬灘船




海河平面圖
比例尺
天津
第一截灣
第三截灣
第四截灣
攔水壩
北港

海河工程局挖泥船實習報告

卞文莊　　張捷遷

治理河道，維持航運，除修築楗壩及改善彎度坡度與剖面外，浚渫之功尚焉。國中水利機關，挖泥設備之最完善者，首推天津海河工程局。惟其工作如何，外間鮮知其眞象。鎣前主持整理海河工務時，曾派副工程師卞文莊，及工程員張捷遷，赴該局實習數月。該員等編有實習報告，內容至爲詳盡，茲送登水利月刊，以供同人之參考。　　高鏡瑩識

疏浚海河工作，大部分爲挖泥，吹泥，及破凌三項。其船隻亦因是少有區別。茲分述於下：

（一）船隻類別

（1）關於挖掘工作者：

挖泥船——新河號，西河號，高林號，北河號，屬之。

吸泥船——快利號，屬之。

抓泥船——祗一隻

（2）關於輸送及運載棄廢泥者：

吹泥船——中華號，燕雲號，屬之。

載泥船——甲號，乙號，丙號，丁號，戊號，六號，七號，八號，九號，屬之。

（3）關於撞凌及拖駁用者：

通凌號，清凌號，沒凌號，開凌號，工凌號，非凌號，屬之。

（二）工作狀況

（1）挖泥船——其構造如第一，二圖。原動機房，備有原動機一座，或二座。原動機軸之兩端，有小皮帶輪，與船外之大皮帶輪相連，大皮帶輪之小齒輪，與五方軸之大齒相銜接，挖泥斗即隨五方軸轉動，由河底將泥挖入斗中，順樑而上，如第一圖。經過五方軸時，即將泥倒入泥箱中，經過泥溜，溜入載泥船中，如第二圖。

新河號——每日挖泥一千英方。除能挖泥外，尚能自挖自吸。其泥箱直達船底，與吹泥機相連。必將泥板啓除，倒下之泥直落於鐵篦（設於泥板之下）之上，再加以充分水量，使成稀薄泥漿，即用吹泥機（設於原動機房內）排出船外。

西河號——每日可挖七百英方。

高林號——每日可挖六百英方。兩船之構造頗相似，惟西河號起斗機設於原動機房內。(其他均設於船頭)

北河號——每日可挖泥一百英方。備有臥式原動機一座。

(2)抓泥船——有練二根，一根使抓泥斗開閉，一根使抓泥斗起落。抓泥斗張開時，沉入河底，使其關閉，泥即入斗中，將斗提起，將泥送入載泥船中。鐵練時有中斷之弊，必需時時注意。

(3)吹泥船——其構造如第三，四，五，六圖。用吹水機加水於載泥船中，將泥變稀薄泥漿，排出船外。吹泥機內部構造如第六圖。

(4)載泥船——分爲活底，如蜣螂，螞蟻；死底，如6號，7號等二種。凡活底，用於海口，將泥送出口外放出之有時用於河中，將泥由挖泥船運至吹泥船處也。

(5)吸泥船——快利號，每日可做六百英方。用於海口。有鷹嘴式挖泥斗一個，沉於河底，船行動時，即入斗中，斗之周圍有水孔，將泥變成泥漿，挖泥斗與吹泥機(設於原動機房內)相連，即用挖泥機送入泥倉，(如活底載泥船)駛出口外放出之。

(6)撞冰船——冬季河內結冰，爲維持航運起見，用船將凌撞開，以便通行。

(三)管理方法

管理方法，大同小異，茲就其稍繁者，略述於次。

甲、挖泥船

(一)鍋爐

上水——工作時，以保持鍋爐內溫度，不加冷水爲宜。其法，將各部廢汽，凝成溫水，回入鍋爐。工作完畢時，水如不足，可將前倉清水加入，至水管上所標示水線爲止。

壓火——工作完畢時，鍋爐內壓力務使保持70#/□"上下。(以便次日易於增汽)加完冷水後，將鍋爐內餘火積於鍋心，再加煤一層，(約三四寸)將風門(設於煙筒內)關閉，即可延至翌晨。鍋爐房設有值班一人，以防發生意外之危險。

升火——於開工前二小時，將風門打開，爐內餘火鋪勻，加煤二三次，每次約寸許，壓力即可增至120#/□"。

清理——鍋爐每月應洗刷一

二次，（洗刷時一切零星工作以立式鍋爐替代之）先將鍋內餘火撤出，壓力降至30#/□"--40#/□"（須較河水壓力為大）時，即開放水門，（設於鍋爐之底）將水放出，候十餘小時，溫度降低，用清水（溫水為佳）洗刷二三次。每次將沉澱物一律除清，同時將各部檢查一次，加以修理。

(二)原動機

原動機之轉動，以120R. P. M.為適宜。在開工前，先使原動機之溫度上升，（用蒸汽通過之）以蒸汽不凝結為度。再次將各部檢查一次。

冷水箱——為保持鍋爐溫度起見，將各部廢汽經過冷水箱，凝結成溫水，由熱水箱抽回鍋爐，如第八圖。

(三)艀上

艀上工作，船頭較為重要。大副在船頭指揮一切。船頭有大練三根，如第二圖。司船前進者曰前練，左右移動者曰左右練。前進一次，左右移動二次。每次前進約尺許。船尾亦有左右大練三根，其功用與前同。

工作應注意之點——每座鍋爐，備有壓力表及水管，必須時常檢查，是否有堵塞之弊。鍋爐水面不能距水線太遠。原動機之軸瓦等件，及船上之挖泥斗等，亦必時加檢查。

乙、吹泥船

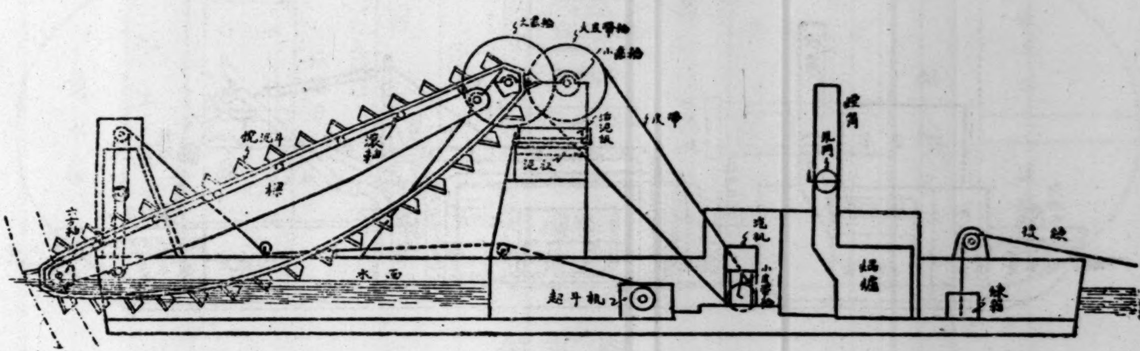
(一)鍋爐房與原動機房，與挖泥船同。

(二)艀上

載泥船泊於吸泥船旁時，將龍頭沉於水面下（載泥船）吹水管由吹水機連出，分為二枝，如第三圖，各有節門，甲管與泥箱相連乙管與吸泥管，於龍頭處相會。當龍頭沉入水面下時，即令水由甲管經過泥箱，流入吸泥管（吸泥管以水沖滿之）吸泥機轉動，即時將甲門關閉，乙門打開，泥漿即吸入管中矣。水即由龍頭周圍跳出，使泥（載泥船內）變成泥漿。

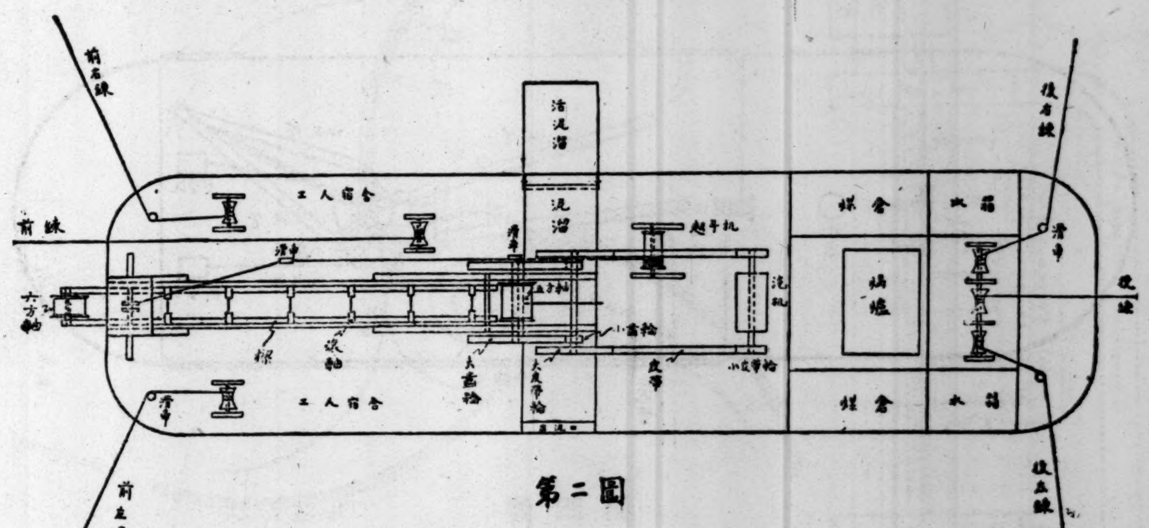
工作時應注意之點——龍頭及出泥管，時有堵塞之弊，故設有縮力及壓力表，如壓力驟增，即以清水沖洗之。工作完畢時，吹泥機洗刷一次，清水由甲管流入泥箱，經吹泥機，排出船外，約20--30分即可。

西河挖泥船側面草圖



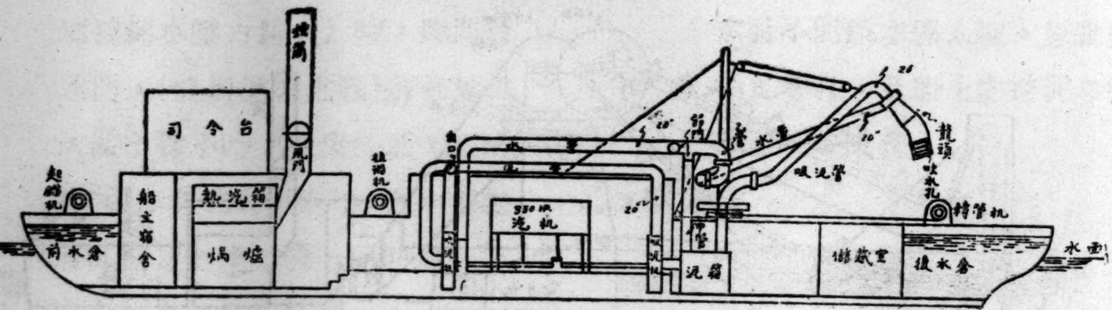
第一圖

西河挖泥船平面草圖



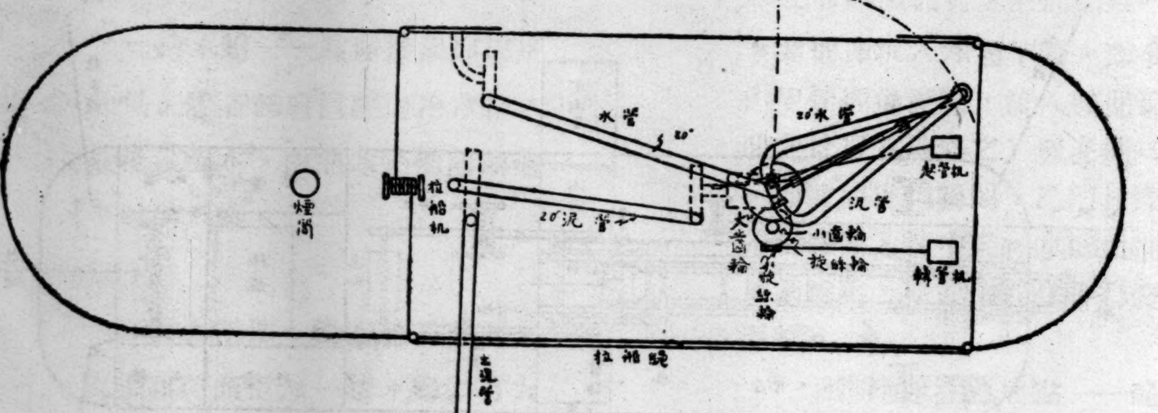
第二圖

中華吹泥船側面草圖



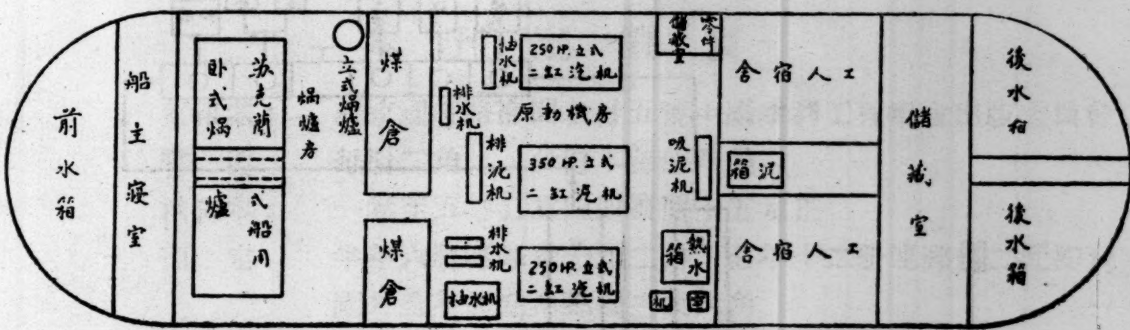
第三圖

中華吹泥船吹泥器及吸水管及拉船繩草圖



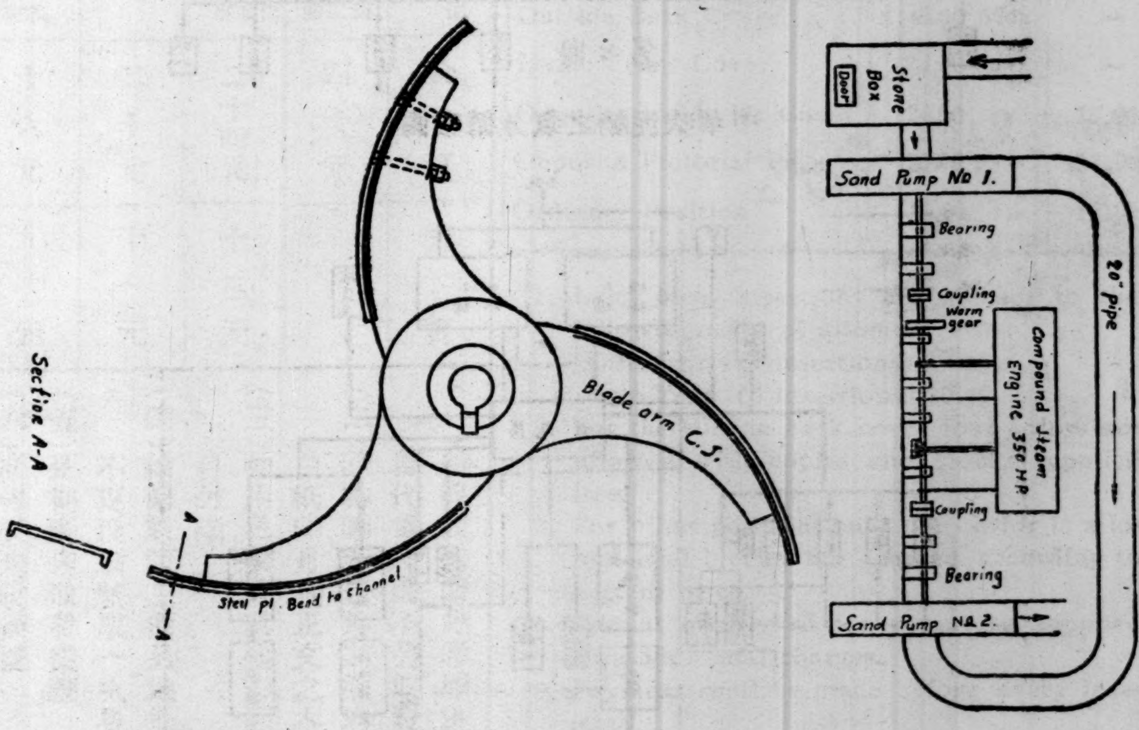
第四圖

中華吹泥船船內地位圖



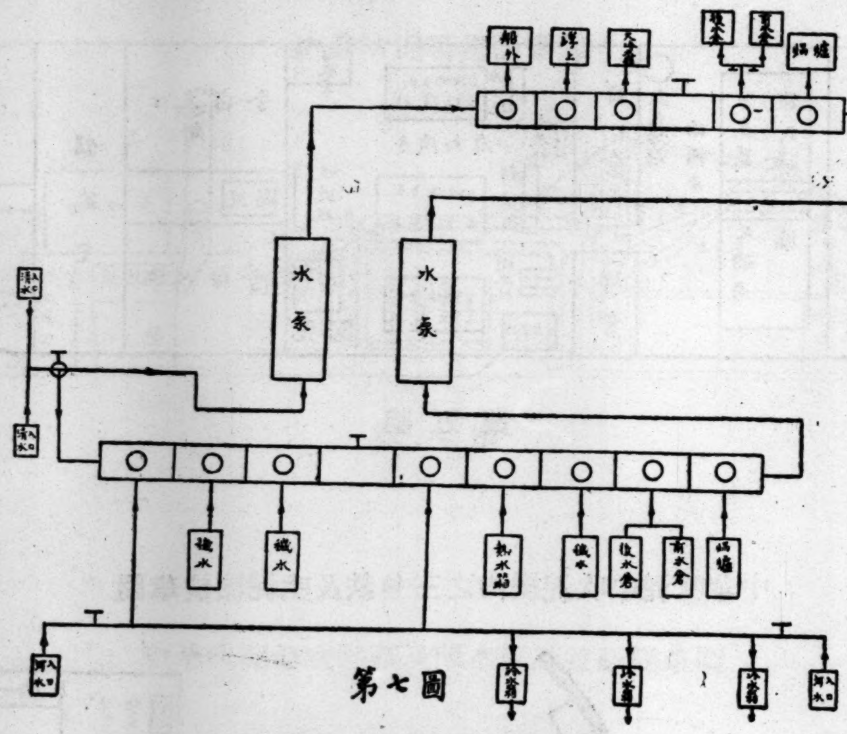
第五圖

中華吹泥船吹泥機內之三角鉄及吹泥機位草圖



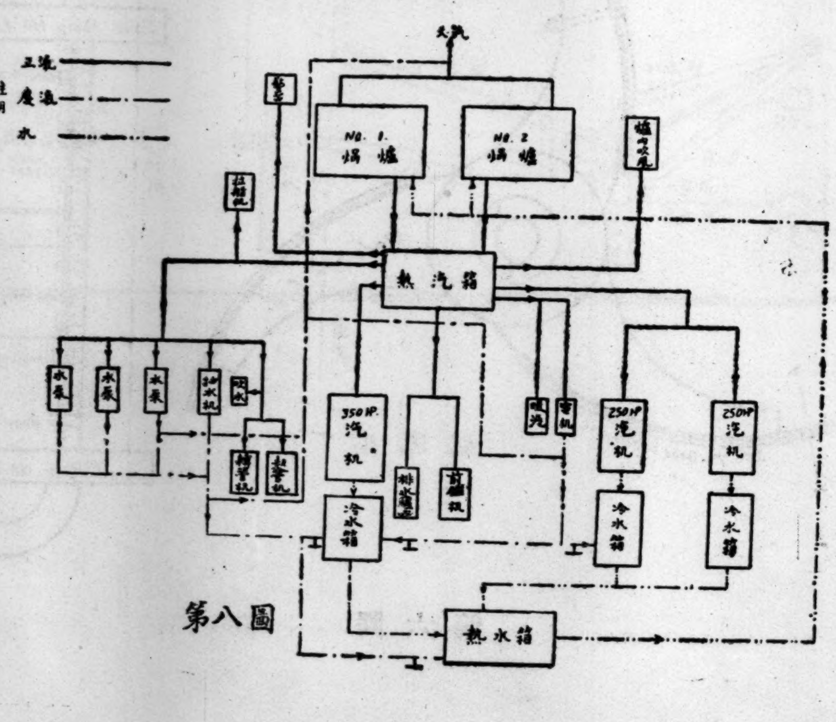
第六圖

中華吹泥船水磊工作圖



第七圖

中華吹泥船之氣水循環圖



第八圖

水利 HYDRAULIC ENGINEERING

中國水利工程學會印行

PUBLISHED MONTHLY BY THE HYDRAULIC ENGINEERING SOCIETY OF CHINA

本刊定價表

定報處：	南京國府路梅園新材五號中國水利工程學會出版委員會
零　售	每册二角　　合訂本每册四角
精裝本：	一卷至五卷訂爲四册實價十五元正
預　定	半年六册連郵費一元二角　全年十二册連郵費二元四角
	國外全年起定連郵費三元六角
舊　報	補購二卷至六卷各册均按定價加倍

本刊廣告刊例

地位／等次	特等 封底之後面	優等 封面內面及對面	上等 圖畫前	普通 正文前後
全頁	四十元	二十四元	二十元	十六元
半頁		十三元	十一元	九元

(一)特等廣告四色彩印由本會代爲繪圖不另取費

(二)除特等廣告外其餘均用白紙印月刊正文之本色

(三)如用色紙或其他彩印價目另議

(四)繪圖製版工價另議長期不更換者祇取一次費

(五)長期廣告取費從廉

(六)廣告費先收後登

advertisement rates

POSITION	Rate per insertion	
	FullPage	HalfPage
Outside Back Cover	$ 40.00 Mex	—
Inside Front Cover	24.00 ››	—
Opposite Inside F't Cover	24.00 ››	13.00
Opposite Pictorial Page	20.00 ››	11.00
Ordinary Position	16.00 ››	19.00

1. Long term insertions are subject to the following rates of discount.
   Full Year (12 insertions) 20 %
   Half Year (6 insertions) 10 %
2. For the outside back cover four colors are allowed with copies and blocks supplied free.
3. For other positions only one color is allowed and blocks are charged according to current price.
4. Special quality of paper may be supplied with additional charges..
5. Payment shall be made before every insertion.